Tome vingt-huitième N° 1 Janvier 1937

BULLETIN
DE LA
Société d'Histoire Naturelle
de l'Afrique du Nord

SÉANCE DU 9 JANVIER 1937
à l'Amphithéâtre B de la Faculté des Sciences.

Présidence de M. H. GAUTHIER, président.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

Félicitations. — Le Président, au nom de la Société, adresse ses plus vives félicitations à M. le Dr Ed. SERGENT, élu membre non résident de l'Académie des Sciences.

Admission. — M. Pierre FRÉZAL, Inspecteur régional du Service de la Défense des Cultures. Maison du Colon, Oran.

Présentation. — M. M. LESOURD, Lieutenant-interprète, Fort-Polignac, par Ouargla (Dépt de Constantine), présenté par MM. le Dr FOLEY et le Dr R. MAIRE.

Communications.

M. SEURAT présente des Aselles provenant de la guelta (mare permanente) de l'oued Djir, dans le pays des Matmata. Ces Aselles, abondants dans la source qui alimente la guelta se rapportent, suivant la détermination de M. Th. MONOD, à l'*Asellus coxalis peyerimhoffi* Rac., sous-espèce nord-africaine différant peu du type syrien, *Asellus coxalis* Dollfus.

Cette forme, découverte par P. de PEYERIMHOFF dans la source de Tanzert, du massif de Tamesguida (Djidjelli), a été retrouvée depuis,

par Henri Gauthier, en plusieurs stations de l'Algérie et de la Tunisie septentrionales. La station de l'oued Djir, dans la Tunisie méridionale, étend son aire d'une façon notable.

Les puits de la Tunisie méridionale sont habités par la sous-espèce voisine, *Asellus coxalis africanus* Monod, dont l'aire de répartition, en Tunisie, s'étend de la source de l'îlot Tabarka, au nord, à Bir Kecira, dans l'extrême-sud.

M. le Dr R. Maire fait les communications et présentations suivantes:

Deux Basidiomycètes nouveaux. — Ces deux espèces ont été trouvées aux environs de Mostaganem par M. Blanc.

Le premier est un *Rhodopaxillus* qui ressemble extérieurement au *Clitocybe infundibuliformis* (Fr.) Quél., mais a la sporée rose pâle, la chair amarescente et présente une forte odeur de farine. Il sera décrit dans ce Bulletin sous le nom de *Rhodopaxillus Blancii* Maire. Il est affine au *R. lutetianus* Gilbert mais en diffère par le chapeau plus mince, crème ocre, les lamelles blanc crème (et non grises), la sporée carnée pâle et les spores plus petites.

Le deuxième est un *Tricholoma* très affine au *T. goniospermum* Bres., dont il a les spores angulaires. Il en diffère toutefois par sa chair inodore, le pied squamuleux et les spores plus petites. Il sera décrit sous le nom de *Tricholoma tetragonosporum* Maire.

Une maladie des bulbes d'Oignon (*Allium Cepa* L.). — Cette maladie, signalée pour la première fois en Algérie, a été observée dans des cultures d'Oignons à Bréa (Oran). Elle est due au développement, sur les tuniques, puis sur les écailles du bulbe d'un Champignon qui a été décrit par Berkeley sous le nom de *Venturia circinans*, puis transféré par Voglino dans le genre *Colletotrichum*. En réalité ce Champignon dont les conidiophores et le mycélium sont plus ou moins noirs doit être rangé dans le genre *Chaetostroma* (*Chaetostroma circinans* (Berk.) Maire). La maladie se traduit par des taches noires sur les bulbes, rendant ceux-ci invendables. Lorsque les conditions d'humidité sont suffisantes le Champignon s'étend en profondeur et arrive parfois à tuer la plante en désorganisant son bulbe.

MM. le Dr R. Maire et le Dr G. Samuelsson font la présentation suivante :

Un hybride intergénérique nouveau. — Cet hybride a été trouvé par les auteurs au pied du Grand Atlas à Asni, entre les parents, *Ceratocnemum rapistroides* Coss. et *Trachystoma Ballii* O. E. Schulz. Il est stérile et son pollen a environ 50 % de grains tabescents. La silique est une silique de *Trachystoma*, un peu raccourcie, pour la partie stylaire; la

partie valvaire, un peu plus allongée que dans le *Ceratocnemum*, a à sa partie supérieure deux cornes raccourcies embrassant légèrement la base de la partie stylaire. Les auteurs nomment ce nouvel hybride × *Trachycnemum mirabile* Maire et Samuelsson.

M. Mercy présente un élevage de Chenilles vivantes et des imagos de *Charaxes Jasius* (Nymphalidé) et signale que la Chenille de cette espèce, qui normalement vit sur l'Arbousier, a été trouvée également au Jardin d'Essai sur *Erythrina crista-galli* et sur Oranger.

Contributions à l'étude écologique des végétaux du Sahara et du Soudan tropical.

par Ch. KILLIAN.

Travail du Laboratoire de Biologie Saharienne de la Faculté des Sciences d'Alger, à Beni Ounif, N° 6. Directeur : Ch. KILLIAN.

L'occasion s'est présentée, lors de mon expédition transsaharienne, (mars à avril 1936) d'étudier sur place l'écologie de quelques plantes des régions tropicales, sahariennes et soudanaises. Deux parmi ces espèces sont typiques pour la savane; tel le *Salvadora persica* L., liane qui grimpe aux Acacias et qui finit par les étrangler; elle abonde dans l'oued Alarsas, près d'Agadez. Dans cette même association, à Isengrin, à 60 km. au S. d'Agadez, j'ai étudié le *Boscia senegalensis* Lmk., buisson à feuilles dures et persistantes.

Les deux autres espèces ont été trouvées au Hoggar. L'une, *Cassia obovata* Collad., grâce à ses réserves d'eau souterraines, habite les sols les plus arides, en particulier aux environs de Tamanrasset ; l'autre, *Typha elephantina* Roxb., est confinée aux bas-fonds marécageux des gorges d'Arak.

Afin de grouper nos végétaux par ordre biologique, j'ai calculé les normes biologiques des feuilles et je les ai placées entre les maxima et les minima de ces normes, établies par STOCKER pour les xérophytes désertiques de l'Egypte (planche I).

Prenons d'abord le quotient : poids sec : surface $\left(\frac{P.\ S.}{s}\right)$. Par suite de son poids sec élevé *Boscia* se place au delà du maximum, *Cassia*, à cause de ses dimensions foliaires, considérables pour un xérophyte, au-dessous du minimum (fig. I, 1). Par rapport au facteur Eau : surface $\left(\frac{\text{Eau}}{s}\right)$ *Salvadora* se range au premier rang, étant données les importantes réserves d'eau qu'il contient sous une surface moyenne; *Cassia* se place à l'extrémité opposée, grâce à la grande surface de ses feuilles pennées (fig. 2); suivant la figure 3 cette espèce vient, au contraire, en tête, par son développement de surface considérable $\left(\frac{s}{Pf}\right)$ *Salvadora* se rapproche du minimum dans ce cadre conventionnel.

Si l'on calcule, enfin, le facteur teneur hydrique : poids frais $\left(\frac{\text{Eau}}{\text{Pf}}\right)$, (fig. 4) *Boscia* se range bien en dessous du minimum des érémophytes. Quant au *Typha* il a la teneur hydrique moyenne d'un érémophyte. On serait tenté, d'après son aspect, de le rapprocher des sclérophytes méditerranéens auxquels il ressemble par certaines normes biologiques (S : Pf et S : Ps). Mais il les dépasse considérablement par son taux hydrique.

Il n'est donc guère possible de classer toutes nos espèces dans des cadres bien définis, vu la diversité de leurs normes biologiques.

La question se pose de savoir si cette diversité se manifeste également pour leurs fonctions physiologiques.

J'ai pu mesurer, comme telles, la transpiration et la pression osmotique (1) et, chez le *Cassia*, aussi le déficit de saturation hydrique.

Un coup d'œil sur la figure II, représentant les courbes journalières de la transpiration, nous montre partout des valeurs élevées, quelles que soient les normes biologiques. Ce fait est particulièrement surprenant pour des plantes qui vivent dans un sol extrêmement sec (il n'avait pas plu, à Tamanrasset, depuis 7 ans et au Soudan la sécheresse était au maximum).

Les taux de la transpiration de nos deux espèces sahariennes dépassent également ceux que j'avais pu mesurer antérieurement à la même saison, chez quelques xérophytes du nord saharien, à Laghouat et Beni-Ounif (2). Le maximum trouvé, à l'époque, et réalisé chez *Peganum harmala*, ne dépassait pas 63 mg: dm^2 et minute, les moyennes chez les autres espèces oscillaient entre 29 et 62 mg. Cette différence pourrait bien être en relation avec le pouvoir évaporatoire diminué de l'atmosphère que j'ai mesuré d'après la même méthode et qui n'était que de 207 à 187 mg : dm^2 et minute au maximum.

Nos deux espèces sahariennes transpirent également plus que les espèces de la forêt tropicale, mesurées récemment par Stocker. Cet auteur a trouvé des taux transpiratoires qui sont du même ordre de grandeur que ceux constatés par moi chez les mésophytes du maquis (40 mg : dm^2 et minute, en moyenne); cette différence pourrait s'expliquer par le moindre degré de succulence des espèces forestières; elles se rapprochent, par cette norme, plutôt des sclérophytes médi-

(1) Les valeurs transpiratoires sont calculées en mg par dm2 de la surface double et minute. Le temps de pose des feuilles coupées et du papier vert évaporimétrique (surface double = 38,48 cm2) était de 3 minutes. La pression osmotique a été mesurée par la cryoscopie.

(2) J'ai exprimé, dans mon mémoire de 1932, l'intensité transpiratoire par cm2, simple surface et heure. L'un des chiffres (143 m : dm2 et minute, trouvé pour la transpiration d'*Erodium pulverulentum*) doit être considéré comme excessif et résulte probablement d'une flétrissure anormale des feuilles, dès le début de l'exposition.

terranéens; mais ici la transpiration est encore bien plus faible (16,6 mg: dm^2 et minute au maximum chez le *Pistacia lenticus*).

Des chiffres plus voisins des nôtres ont été signalés par Iljin pour les plantes des steppes du Sud de la Russie. Cet auteur trouve, comme moi, une moyenne de 65 à 73 mg : dm^2 et minute.

J'en arrive à comparer entre elles les 4 courbes transpiratoires (fig. II). Un fait important apparaît à première vue : malgré l'évaporation très intense, réalisée dans la savane, par suite des conditions météorologiques sévères (fig. 5-6 haut), la transpiration du *Salvadora* et du *Boscia* est moins forte et bien plus uniforme que chez les types sahariens.

Ceci a comme effet d'augmenter le temps nécessaire pour l'épuisement de leurs réserves hydriques à 42 à 74 minutes chez l'une, à 21 à 25 minutes chez l'autre, et de le diminuer 14 à 17 minutes chez les deux espèces sahariennes.

Si, en réalité, un dessèchement complet des feuilles est tout à fait exceptionnel (je l'ai constaté chez *Cassia obovata* par temps de siroco) c'est que, généralement, le pouvoir régulateur des feuilles s'y oppose. Mais il est évident qu'au centre saharien les plantes y sont exposées d'autant plus que leurs organes sont plus tendres; ceci est le cas, par exemple, des feuilles jeunes. Or, j'ai pu constater que de pareilles jeunes feuilles ont effectivement une très faible intensité transpiratoire. Chez le *Salvadora persica* elle est réduite à 3,0 mg : dm^2 et minute ce qui augmenterait à 13 heures 42 minutes le temps nécessaire à leur dessication complète.

Quant aux deux espèces sahariennes (fig. 7 et 8) leurs courbes présentent un aspect bien différent : premièrement elles sont situées à un niveau plus élevé et elles ont, ensuite, une certaine ressemblance avec les courbes de l'évaporation.

Ces dernières, il va sans dire, sont plus basses qu'au Soudan, conformément aux conditions moins sévères enregistrées au Hoggar.

Ce rapport plus ou moins étroit entre conditions météorologiques et évaporation, d'une part, et transpiration des plantes de l'autre, s'est manifesté très nettement, le 26 mars 1936, chez le *Cassia obovata* (fig. 8). Ici l'augmentation subite de la vitesse du vent (de 10 km. parcourus à l'heure à 8 heures, à 20 km. parcourus entre 9 et 10 heures), entraîne une hausse brusque de l'évaporation et parallèlement de l'intensité transpiratoire; une nouvelle augmentation de la vitesse du vent de 11 km. : h. (entre 11 et 12 heures) à 15 km. : h. (entre 12 et 13 heures), jointe à une élévation subite de la température (de 26,3° à 11 heures à 28,5°, mesurées à 1 m. au-dessus du sol) et une augmentation correspondante du déficit de saturation (de 20,7 à 23,5 mm. Hg, équivalent à 10 % d'humidité relative) amène une hausse brusque de l'évaporation.

Mais la plante réagit, à présent, d'une façon différente, en baissant son intensité transpiratoire; une heure plus tard, lorsque les conditions météorologiques sont redevenues moins excessives, la transpiration reprend, plus intense, mais elle subit une baisse définitive entre 16 heures et 17 heures; à ce moment l'accroissement de la vitesse du vent (26 km.: h.) n'a plus aucune influence sur l'intensité transpiratoire.

Le même schéma de transpiration que je viens de décrire pour le *Cassia obovata* a pu être enregistré chez le *Salvadora persica* (fig. 7).

Lorsqu'on calcule la transpiration de nos plantes par d'autres unités de rapport, la différence entre types soudanais et sahariens se manifeste avec plus de netteté. En ramenant ainsi la transpiration au poids sec, le maximum trouvé pour le *Typha* est le triple, pour le *Cassia* le quintuple de ce qu'il est chez les deux espèces soudanaises (fig. III, 9-12).

Même classement d'ailleurs pour leur *transpiration relative* (transpiration : évaporation) : *Cassia* et *Typha* viennent en tête, avec un coefficient maximum de 0,45 puis, à distance, le *Salvadora* (0,18); *Boscia* se range au dernier rang (0,09).

Je résume : quel que soit le rapport servant de base pour le calcul de la transpiration, nos espèces se classent toujours de la même façon. Elles appartiennent à deux groupes biologiques différents qui ont leur façon très particulière de réagir aux conditions météorologiques de l'ambiance. Cette réaction dépend, d'une part, de leurs normes biologiques, mais elle est aussi en rapport étroit avec les particularités de leur *structure anatomique.*

Ainsi la *xéromorphie* est au maximum chez le *Boscia* : cuticule très épaisse (20 μ), s'enfonçant dans la cavité stomatique, profonde; stomates en dessous de la couche épidermique, à parois très épaisses, et garnie de papilles protectrices; tissu palissadique traversé de nombreux sclérites. Au contraire, chez le *Salvadora* le tissu protecteur est bien moins développé: double épiderme à parois externes cutinisées, de 7 μ d'épaisseur, la cuticule elle-même de 2 μ. Stomates au niveau de l'épiderme, peu enfoncés et peu protégés. Ces particularités sont certainement en rapport avec la présence de réserves hydriques.

Le *Cassia* a une cuticule bien plus épaisse (10 μ), et ses stomates sont plus enfoncés. Enfin le *Typha,* grâce aux réserves d'eau qu'il trouve dans le sol, a une structure tout à fait mésomorphe; épaisseur cuticulaire de 3 μ; stomates au niveau de la couche épidermique, mais enfoncés.

J'en viens à l'étude de la *pression osmotique* de nos végétaux (fig. IV) (Pr.). Mes chiffres, obtenus par la méthode cryoscopique, confirment entièrement ceux trouvés antérieurement (Killian et Faurel, 1936) chez les xérophytes du nord saharien; la pression osmotique des plantes désertiques n'est pas excessive, comme on le pensait autrefois, et les

chiffres ne haussent que chez des halophytes, par suite de l'accumulation du sel dans leurs tissus.

Il est à signaler, cependant, que les deux espèces soudanaises accusent une pression plus importante que les plantes sahariennes (fig. 13-16). Ceci est dû, indubitablement à la concentration soit de leurs cendres totales (*Salvadora* Cdt. fig. 13), soit de leur extrait sec (E. s. *Boscia* fig. 14). Chez le *Salvadora* le pourcentage du Cl, du SO_4 et du Ca est anormalement élevé (fig. 14, Cdt), contrairement au *Boscia* où prédominent les cendres insolubles (Cdi); l'étude anatomique a d'ailleurs montré pourquoi.

D'autres mesures faites sur le *Boscia* démontrent, de même, la dépendance étroite entre pression osmotique et concentration cellulaire; le 14 avril 1936, à 7 heures, il a une pression de 41,32 atmosphères, correspondant à un extrait sec de 39,07 %; elle hausse à 44,7 atmosphères à midi, pour un extrait sec de 42,69 %.

Les chiffres ne sont plus du tout pareils chez les deux espèces sahariennes; ils sont bien plus bas et rentrent tout à fait dans le cadre de ceux qu'on connaît aux mésophytes algériens. De même l'analyse qualitative et quantitative de leurs cendres (fig. 15 et 16) nous donne des chiffres, tout à fait comparables à ceux des plantes européennes (8-12 % en moyenne) (cf. Wehmer).

La comparaison est plus malaisée pour ce qui concerne le dosage des jus; je ne puis citer que les chiffres relatifs à l'*Oxalis cernua* (qu'a bien voulu me communiquer M. Chevalier).

Extrait sec : 3,04 %, cendres : 0,56 %, Cl : 0,424 %, SO_4 : 0,086 %, P_2O_5 : 0,033 %, Ca : 0,023 %, Mg : 0,005 %, K : 0,08 %.

D'ailleurs, pour en revenir à nos deux espèces sahariennes, elles se distinguent entre elles aussi bien par leur pression que par rapport à leur transpiration. Le *Cassia* a une pression plus élevée, correspondant à sa teneur plus grande en extrait sec et en cendres.

Quant au *Typha* j'ai pu suivre de près les fluctuations journalières de sa pression d'une part et de son contenu cellulaire de l'autre. La figure 15 montre que leurs courbes (Pr. et Es.) suivent un tracé tout à fait parallèle; au contraire les dénivellations de la courbe des cendres (cd), des sucres réducteurs (s r) et du saccharose (sa) sont bien moins importantes.

Un séjour assez prolongé à Tamanrasset m'a permis d'étudier de plus près le problème passionnant de la résistance à la sécheresse du *Cassia obovata*. Les fluctuations du déficit de saturation étant, à ce point de vue, particulièrement significatives, j'en ai mesuré le minimum matinal, avant le lever du soleil et le maximum, l'après-midi. Or, ce minimum, et voici un fait particulièrement important, est bien plus bas que les minima trouvés par Stocker pour les érémophytes d'Egypte (fig. V, 18);

au contraire, le maximum cadre tout à fait avec les chiffres, enregistrés par cet auteur (fig. 19). Le *Cassia* rétablit donc parfaitement son bilan hydrique au cours de la nuit. On pourrait se l'expliquer par la fraîcheur relative des nuits, enregistrée à Tamanrasset.

Ainsi le 25 mars le thermomètre marquait +6° à 5 heures, peu avant le lever du soleil, le lendemain, veille de notre expérience, le minimum, à minuit, était de +10°.

On peut exprimer cet écart du déficit soit par rapport à la teneur hydrique matinale (donc [déficit maximum — déficit minimum : 100— minimum] %). Le chiffre ainsi obtenu est bien plus élevé que les quotients calculés par Stocker pour les plantes égyptiennes (fig. 17). Ou bien on peut calculer l'écart du déficit en rapport avec son minimum matinal (donc [déficit maximum — déficit minimum : déficit minimum] %).

Ce quotient est plus élevé que le précédent et dépasse la plupart des valeurs connues, par exemple celles trouvées par Iljin pour les plantes steppiques du Sud de la Russie (117 %); mais il serait inférieur aux taux mesurés par Stocker chez les Graminées psammophiles des dunes de l'Allemagne (côte baltique).

Quoi qu'il en soit, le *Cassia obovata* semble mieux pouvoir rétablir le déficit d'eau, résultant de sa transpiration, que toutes les plantes désertiques, étudiées à ce point de vue.

La question vient à l'esprit, si son système conducteur présente quelque particularité, permettant un transport de quantités plus abondantes d'eau. Pour m'en rendre compte j'ai établi le rapport entre la surface du tissu conducteur et la surface foliaire, irriguée par ce tissu.

Or, ce facteur n'est pas plus élevé que les quotients correspondants, calculés par Stocker pour les plantes désertiques (fig. 20). Il se place, de même, dans le cadre établi par Firbas pour les végétaux du désert tunisien, la conductivité étant calculée par rapport au poids frais (fig. 21).

Un autre caractère biologique, en rapport étroit avec le bilan hydrique, place le *Cassia* dans le cadre général des mésophytes : il s'agit du nombre des stomates par unité de surface. J'ai compté 243 stomates par mm² à la face supérieure de ses feuilles, 335 sur la face inférieure, ce qui fait un coefficient de 1,3 ($\frac{\text{stomates face inférieure}}{\text{stomates face supérieure}}$). Ces chiffres, de même que leur rapport, sont absolument normaux et sont connus pour beaucoup de feuilles, chez des Légumineuses mésophytes (1).

Enfin des mesures de la coupe transversale du bois (b), d'une part, et du liber (l) de l'autre nous apprennent que leurs surfaces sont à peu

(1) Un chiffre analogue (276: mm2) a été trouvé pour le *Salvadora persica*. Des difficultés techniques ont empêché le comptage chez les deux autres espèces.

près équivalentes. Dans leur ensemble les tissus conducteurs (fig. 22) (t. c) occupent une partie importante de la section transversale de la tige (fig. 22 T).

J'ai pu fournir, par ces observations faites au cours d'un voyage, une faible contribution à l'étude de l'écologie des plantes du désert tropical; le mystère qui entoure leur fonctionnement n'en est pas moins grand. J'espère avoir l'occasion, dans un avenir proche, de reprendre et d'élargir ces études.

Liste des travaux cités.

Firbas. — Ueber die Ausbildung des Leitungssystems und das Verhalten der Spaltöffnungen im Frühjahr bei Pflanzen des Mediterrangebiets und der tunesischen Steppen und Wüsten. *Beih. z. Bot. Centralblatt,* XLVIII, 1931.

Killian (Ch.). — Recherches écologiques sur les fluctuations saisonnières de la transpiration chez les végétaux du climat méditerranéen. *Bull. Soc. Bot. France,* T. 79, 1932, p. 460.

Killian (Ch). — Etudes écologiques sur les fluctuations de la pression osmotique chez les psammophytes et quelques halophytes algériens. *Ann. de Physiologie,* T. 11,, 1935, p. 70.

Killian (Ch.) et Faurel (L.). — Recherches écologiques sur la forme d'ombre et la forme de soleil du *Pistacia Lentiscus* L. *Rev. gén. de Botanique,* T. 47, 1935, p. 593.

Killian (Ch.) et Faurel (L.). — La pression osmotique des végétaux du Sud-algérien : ses rapports avec les facteurs édaphiques et climatiques. *Ann. de Physiologie.* 1936, T. 12, p. 859.

Stocker (O.). — Wasserhaushalt ägyptischer Wüsten und Salzpflanzen (Bot. Abh. H. 13, 1928).

Stocker (O.). — Ueber die Höhe des Wasserdeficites bei Pflanzen verschiedener Standorte. *Erdeszeti Kiserletek.* 1929. XXXI, *Köteseböl.*

Stocker (O.). — Experimentelle Oekologie. *Tabulae Biologicae* (Ed. Oppenheimer u. L. Pincussen) Suppl. I, Band V, Junk, Berlin, 1929).

Stocker (O.). — Transpiration und Wasserhaushalt in verschiedenen Klimazonen, III. *Jb. wiss. Bot.,* 1955, LXXXI, p. 464.

Wehmer. — Die Pflanzenstoffe. G. Fischer, Jena, 1931.

Végétation de la zone prédésertique en Afrique Centrale

(Région du Tchad)

par M. Murat, attaché à la Mission d'Etudes de la Biologie des Acridiens.

SOMMAIRE

	Pages
Préambule	20
Généralités sur la Région du Tchad :	21
la structure	21
le climat	22
la végétation (aperçu général)	24
Etude des diverses régions de la zone prédésertique :	25
l'Ennedi,	26
la Mortcha septentrionale,	34
la Mortcha méridionale, le Batha et l'Ouadaï,	45
le Kanem et le Bahr el Ghazal,	52
le Chelim Falanga et le Soro,	63
la Région du Fitri,	66
les abords sud du lac Tchad	69
Conclusion	72
Liste des principaux termes géographiques	78
Bibliographie	80

Remarques :

— Les chiffres en italiques renvoient à la bibliographie.

— Quelques plantes, dont la détermination est restée malheureusement incomplète, sont indiquées par leur numéro d'ordre d'herbier, qui n'aura d'utilité que lorsque paraîtra un catalogue complet des récoltes de la Mission.

— Le seul but des quelques synonymes donnés ici est de faciliter la lecture en rappelant des noms peut-être plus connus.

— Le nom d'une plante n'est suivi du nom de son auteur que lorsque cette plante figure pour la première fois dans le texte.

PREAMBULE

La végétation de la Région (administrative) du Tchad n'a été décrite que partiellement. A ma connaissance, on dispose des documents suivants :

Les récits des voyages de NACHTIGAL, qui s'arrête assez souvent sur la flore et a effectué des récoltes (*22* et *23*).

Les explorations de la Mission Chari — Lac Tchad dirigée par Aug. CHEVALIER qui en 1902-1904 visita, en plus des autres colonies de l'A.E.F., le S.-W. de la Région du Tchad, sans dépasser toutefois le sud du Kanem et le lac Fitri (*3* et *4*).

Les documents de la Mission TILHO qui a exploré longuement le lac Tchad, le Kanem, la région du lac Fitri, le Soro et le Bodeli; dans les relations de voyage du C^t^ TILHO on trouve maint aperçu sur la végétation du pays (*26* et *28*). Des plantes récoltées par les membres de cette mission ont été étudiées par Fr. PELLEGRIN (*24 et 25*). Par la suite le C^t^ TILHO a visité plus rapidement le Borkou, le Tibesti, l'Ennedi et l'Ouadaï (*30* et *31*).

Un catalogue de plantes récoltées dans une aire située vers le centre de la région, au nord du Batha, précédé de notes sur l'orographie du pays, par le L^t^ LOUIS et Th. MONOD, (*16*).

Le nord de la Colonie, notamment le massif du Tibesti, vient d'être l'objet d'une étude du D^r^ MAIRE d'après la récolte de la Mission DALLONI et les documents plus anciens (*18*).

En 1935, la Mission d'Etudes de la Biologie des Acridiens a parcouru la Région du Tchad, entre les 18^e^ et 12^e^ parallèles, et en a rapporté un assez important herbier.

M. DE PEYERIMHOFF et M. ZOLOTAREVSKY ayant bien voulu me laisser l'étude des récoltes de la partie subdésertique, j'ai pu les déterminer en grande partie grâce à l'obligeance de M. le Directeur du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris, qui m'a donné accès aux laboratoires de botanique. J'ai pu ainsi consulter à loisir les herbiers du Laboratoire d'Agronomie Coloniale en particulier et j'ai le devoir d'exprimer ma gratitude à M. le Professeur A. CHEVALIER pour son aimable accueil et pour son aide. Je tiens aussi à remercier MM. W. RUSSEL et J. TROCHAIN, qui ont bien voulu déterminer certaines plantes, et spécialement Mlle A. CAMUS, à qui je dois la détermination de la plus grande partie des Graminées.

Je ne puis enfin taire ici la part de ma reconnaissance qui va à M. ZOLOTAREVSKY, chef de la Mission dont je fais partie, pour la mise sur pied de cet article. J'ai, maintes fois en effet, tiré profit de ses observations, et dois également à son obligeance les photographies qu'on trouvera reproduites ici.

Après une description sommaire de toute la Région du Tchad, j'essaierai de traduire la physionomie du tronçon de la zone prédésertique qui intéresse l'A.E.F., et que nous avons visité.

GENERALITES SUR LA REGION DU TCHAD

La structure.

La Région du Tchad, bien que dépendant de l'A.E.F., s'étend surtout sur des espaces désertiques et subdésertiques, au cœur même de la portion septentrionale du continent africain. Cette colonie est comprise entre l'A.O.F. et le nord du Cameroun à l'ouest et le Soudan Anglo-égyptien à l'est et va, du nord au sud, du 20e au 10e parallèles approximativement. Sa superficie est de 1.120.000 km2.

Au nord, la colonie englobe la partie méridionale, en même temps la plus élevée, du massif du Tibesti, constitué de grès primaires couronnés de roches éruptives. Au sud de ce massif on peut distinguer dans la région du Tchad la moitié orientale et la moitié occidentale.

Dans la première, nous rencontrons, au sud-est du Tibesti, le seuil de l'Erdi qui mène vers le désert libyque. A l'Erdi succède au sud l'Ennedi qui atteint 1.500 m. et dont les grès nubiens reposent sur des roches cristallines qui affleurent souvent dans la pénéplaine qui le borde à l'ouest. L'Ennedi se prolonge au sud par un autre massif encore, l'Ouadaï, celui-ci granitique, très dégradé, dont il ne subsiste souvent que des pitons isolés. Les eaux de ces deux massifs s'écoulent vers l'ouest par une série d'oueds parallèles qui à présent se perdent entre les 18e et 19e E. de Greenwich, après avoir sillonné la région désignée sous le nom de la Mortcha.

Au sud de l'Ouadaï, courent les hauteurs du Dar-Sila et du Dar-Rounga, puis les monts de Monga et de Melfi vers le centre sud de la Région.

Tandis que la moitié orientale de la Colonie se compose d'une suite de massifs, la moitié occidentale ne comprend qu'une suite de dépressions.

« En effet, alors que les reliefs tibestiens s'estompent progressivement et que ne subsistent plus, de leur ancienne extension, que quelques bastions rocheux, ... on voit s'introduire dans le paysage un nouvel élément, la *dune*, qui monte à l'assaut des dernières crêtes gréseuses et les ensevelit peu à peu. On passe ainsi par une transition insensible aux grandes plaines du Borkou méridional et du Kanem ». (Dalloni, *12*, p. 84).

Le point le plus bas de ces plaines se trouve au sud du Borkou, au Bodeli et au Djourab, ramifications d'une ancienne cuvette lacustre, en partie comblée par les dépôts argilo-calcaires, roche claire, friable et légère. Le sillon du Bahr el Ghazal ou Soro y apportait jadis les eaux du Chari qui s'étalent aujourd'hui, beaucoup plus au sud, au delà d'un erg mort, région du Kanem et du Bahr el Ghazal, et constituent le lac Tchad.

Ainsi le niveau du Tchad est plus élevé que les régions qui s'étendent au N.-E. jusqu'au Borkou, et les eaux du lac, prolongé par une vaste nappe souterraine, irriguent cet ensemble de contrées que Tilho a appelées « les Pays Bas du Tchad ». Ces eaux y forment des mares, ou plus fréquemment s'évaporent en remontant à la surface et laissent dans les dépressions des dépôts salins ou taches de natron.

Le 13° parallèle partage le lac Tchad en deux parties : au nord c'est l'erg immergé, devenu un archipel, tandis qu'au sud ce sont les marécages. A l'est du lac, le même parallèle marque la limite de l'ancienne extension des dunes vers le sud, remplacées par les plaines basses et argileuses du bas Chari que caractérise ainsi Aug. Chevalier (3, p. 336-337) :

« Tous les pays s'étendant depuis le bas Bahr Salamat et Iro jusqu'au bas Bahr el Ghazal (1), sur plus de 300 kilomètres de largeur, étaient donc à une époque..... couverts d'innombrables canaux communiquant entre eux par une infinité de bras, tantôt enserrant autour des pics granitiques, des aires exondées fort étendues, tantôt venant déboucher dans de vastes lagunes dont les lacs Iro et Fittri sont les derniers vestiges. »

Le climat.

Toute la Région du Tchad, se trouvant au sud du tropique, a sa saison humide dans la période estivale, durant laquelle il pleut dans la partie méridionale et il peut se faire qu'il pleuve dans la partie désertique septentrionale.

Les vents dominants sont les alisés venant du désert libyque. Les moussons d'été, chargés de l'humidité du golfe de Guinée, ne se font déjà qu'imparfaitement sentir au delà du lac Tchad.

Dans le sud de la Colonie « c'est le climat du Soudan, très chaud en saison sèche, peu pluvieux à l'hivernage. L'harmattan souffle avec violence presque tous les jours de décembre à mars. Les pluies n'ar-

---

(1) Il faut entendre par cette appellation la partie méridionale de la région du Bahr el Ghazal; à l'époque à laquelle l'auteur l'a visitée on n'était pas encore fixé sur la direction de l'ancien cours du Soro.

rivent qu'en juin; elles sont d'abord très espacées (une par semaine en moyenne). Beaucoup d'orages, accompagnés d'un violent vent qui, soulevant le sable, n'amènent point d'eau. Le régime de fortes pluies s'établit dans la deuxième quinzaine de juillet et dure jusqu'à la seconde quinzaine de septembre ». (Aug. Chevalier, *3*, p. 330). Les précipitations annuelles, dans la partie méridionale de la région, atteindraient et dépasseraient 1 mètre, d'après Bruel (*1*).

Pour les régions plus spécialement visitées par la Mission, L. Dupont, météorologiste (1), d'après ses observations au cours de notre voyage et les renseignements assez incomplets que peuvent fournir les postes de la Colonie, propose des données provisoires que je crois pouvoir résumer comme suit. L'influence directe du climat soudanais se fait sentir jusqu'à une ligne jalonnée grossièrement par Arada, Moussoro et Ziguéi (ligne qui serait parallèle à la limite septentrionale des cultures non irriguées, esquissée sur la carte, fig. 9). La saison pluvieuse dure de 4 à 8 mois, soit d'avril ou juillet à octobre ou novembre. En 30 à 57 jours de pluie les précipitations atteignent 550 mm. en moyenne, le mois le plus pluvieux étant août. La pluviosité d'une année à l'autre peut varier du simple au double. La température moyenne annuelle est de 29°, avec deux maxima : avril-mai (32°) et octobre-novembre (30°), maxima qui correspondent aux minima de l'humidité relative de l'air.

Au nord de la limite précédente, dans la zone subdésertique, la saison humide est encore marquée par des précipitations irrégulières quoique survenant annuellement. Sauf peut-être parfois sur les sommets de l'Ennedi, elles n'atteignent, même dans le sud de la zone, que rarement les 250-300 mm. nécessaires à l'agriculture. Les données numériques qui suivent proviennent du poste de Fada dans l'Ennedi, et ne peuvent avoir qu'une signification tout à fait relative une fois généralisées. 26 jours de pluie en moyenne, apportant 100 mm. d'eau, s'échelonnent de juin à septembre avec le maximum en août durant lequel la moyenne d'humidité relative atteint 50-60° ; un autre maximum d'humidité relative est constaté de novembre à février. Pendant un de ces mois la moyenne mensuelle peut atteindre 28 %. Le reste de l'année elle est inférieure à 16 %, et la moyenne annuelle de l'humidité relative est de 20 %. La température moyenne annuelle est de 25°5 avec deux maxima en mai-juin et en octobre. Les températures extrême enregistrées sont : +3° et +47° C.

La zone désertique proprement dite ne reçoit plus que des pluies occasionnelles dans la saison chaude. L'humidité relative présente un

(1) Je saisis cette occasion pour remercier également L. Dupont, mon compagnon de voyage, pour la part des récoltes et observations botaniques qui lui reviennent.

maximum en juin-juillet sous l'influence, très affaiblie d'ailleurs, des moussons et un autre en décembre-janvier par suite de la baisse de la température. La moyenne annuelle de la température est de 32° environ.

Dans le Borkou on cite des périodes de sécheresse absolue dépassant une dizaine d'années.

Enfin dans la partie élevée du Tibesti on retrouve une saison humide assez régulière, correspondant à l'hivernage. Il y pleut de juillet à septembre (Dalloni, *12*, p. 43-44).

La végétation (*aperçu général*).

La Région du Tchad fait entièrement partie de la grande région floristique indo-africaine. Il ne pouvait exister de doute que relativement à son extrémité nord, mais le Dr R. Maire (*18*) vient de montrer combien était faible l'influence de la flore méditerranéenne au Tibesti.

La majeure partie de la Colonie se trouve, par rapport aux zones de végétations intéressant toute l'Afrique, dans le Sahara méridional et dans la brousse sahélienne. Cependant elle pénètre largement dans le Sahara central et un peu dans la brousse soudanaise.

La limite septentrionale du « Karité » (*Butyrospermum Parkii* Kotschy), arbre caractéristique de la zone soudanaise, a été fixée par Aug. Chevalier (3) vers 10°30 au Tchad, latitude vers laquelle de la haute brousse, coupée de vastes dépressions herbeuses — « les firkis » — on passe à la brousse sud-sahélienne (1), plus basse, plus continue, formée d'épineux. Vers le nord cette formation s'arrête au lac Tchad, entre les lacs Tchad et Fitri vers le 13e parallèle et à l'est du Fitri elle remonte plus au nord à la faveur des montagnes de l'est de la Colonie, atteint Biltine et, peut-être, par la ligne des crêtes arrive jusqu'à l'Ennedi.

Au nord de cette zone la végétation arbustive est en régression. On peut distinguer au sud du 15e parallèle une zone d'arbres clairsemés. Les dunes du Kanem et du Bahr el Ghazal généralement dépourvues d'arbres font cependant exception.

Dans toute cette zone et au delà, la brousse dense continue à être représentée dans les dépressions. Par les ouadi du Kanem le long des oueds de la Mortcha, ainsi que l'ont fait la forêt tropicale par les galeries forestières, et la brousse soudanaise le long des cours d'eau, la brousse sahélienne s'infiltre dans une zone devenue trop sèche dans

(1) « La végétation sahélienne que j'avais vue apparaître aux environs du lac Iro, vers 10° lat. N.,... » (Chevalier. *3*, p. 315).

son ensemble, et où les parties élevées du terrain, au delà de la zone broussailleuse, sont occupées par des steppes à Andropogonées vers le sud, à Stipées vers le nord.

La zone désertique débute avec l'apparition du « Had » (*Cornulaca monacantha* Del.) dont la limite méridionale passe entre Boufoumine et Hacha, vers Tellis, et remonte par Ellela et Oueita pour contourner le massif de l'Ennedi vers le 18e parallèle. La végétation herbacée devient contractée et la végétation arbustive exceptionnelle. Des stations de type résiduel parsèment le nord de la Colonie riche en affleurements d'eau. En dehors de ces points favorisés on rencontre surtout, en plus du « had », le « sbott » (*Aristida pungens* Desf.), le « nessi » (*A. plumosa* L.) et parfois le « markouba » (*Panicum turgidum* Forsk.) (1).

ETUDE DES DIVERSES REGIONS DE LA ZONE PREDESERTIQUE

Comme il a déjà été dit, l'objet principal de cette esquisse est la description de la zone prédésertique correspondant à la partie moyenne de la région administrative du Tchad.

Au nord, par définition, cette zone est limitée par le désert.

Au sud, notre description, le plus souvent, ne s'étendra qu'aux territoires situés au-dessus du 13e parallèle, au-dessous duquel la Mission a peu séjourné.

Il m'a semblé commode de grouper les diverses régions d'après leurs affinités naturelles, quitte à en fragmenter quelques-unes. Un regard sur la carte expliquera en partie les divisions adoptées pour la description de la végétation.

L'*Ennedi*, région peu connue encore et assez caractéristique pour mériter un chapitre spécial, n'a cependant été visitée que très partiellement.

La *Mortcha septentrionale* nous intéressera surtout par sa partie N.E. qui, malgré ses rapports étroits avec l'Ennedi, demeure très particulière.

La *Mortcha méridionale*, surtout dans sa partie S.E., peut être rattachée à la région du *Batha*, et de la partie visitée de l'*Ouadaï*.

Le *Kanem* et le *Bahr el Ghazal* forment une région très homogène. Le *Chelim Falanga*, qui présente des caractères particuliers, sera cependant considéré ici comme une annexe septentrionale du Kanem.

---

(1) Pour la description sommaire des régions, en particulier de la zone désertique cf. Zolotarevsky (32), p. 110-116 et 116-118

C'est dans ce groupe qu'il serait logique de faire rentrer la partie S.W. de la Mortcha, si le peu que nous en connaissons méritait une description.

La *région du lac Fitri* peut être distinguée de la partie visitée du moyen Batha, en raison de ses affinités soudanaises plus prononcées.

Enfin on trouvera quelques mots concernant la *rive sud du lac Tchad.* Ce grand lac africain a déjà d'ailleurs été décrit plus à fond que nous ne saurions le faire ici.

L'Ennedi

A la fin d'août et au début de septembre, la Mission a visité la partie S.W. du massif de l'Ennedi. Ce massif est constitué de grès primaires rouges, découpés en grands rochers tabulaires dont les parois abruptes surplombent les vallées ensablées à fond plat — les *enneris.* Aux abords du massif les tables gréseuses surgissent subitement, séparées par des couloirs qui, larges à l'origine, finissent par se resserrer et dont le fond, de plein pied à l'entrée avec la pénéplaine environnante, s'élève ensuite insensiblement. Vers l'intérieur du massif, le relief, tout en gardant les caractères propres à la nature de la roche, devient moins simple (1).

« Plus favorisé que le Tibesti, que le Borkou et l'Erdi, l'Ennedi reçoit à peu près tous les ans quelques pluies; aussi la végétation y est-elle abondante. » (Tilho, *30,* p. 1084). Elle peut occuper dans ce massif, soit les plateaux caillouteux qui forment les plans supérieurs des tables rocheuses (A) (2), soit le fond des vallées sablonneuses ou silico-argileuses (C). Les parois verticales qui se raccordent en général au fond horizontal des enneris à angle droit ne donnent aucune prise aux plantes et les éboulis (B) sont rares et limités aux grandes fissures verticales. On peut aussi rencontrer une végétation particulière là où persistent des réserves d'eau (D). Nous avons noté également les différents aspects que présentent les abords du massif (F).

A) Les sommets des massifs tabulaires forment des surfaces planes, horizontales ou un peu inclinées, très caillouteuses, semées de débris de roche durcie par la patine. La végétation y est rare, contractée dans les rigoles et laisse nues de vastes plages noirâtres.

---

(1) Les strates de grès ne sont pas d'ailleurs toujours horizontales, ainsi la guelta d'Archeï m'a paru correspondre à la voûte d'un anticlinal entamée par l'érosion

(2) Les lettres correspondent aux paragraphes du texte et en même temps aux légendes des figures.

Chrysopogon Aucheri Stapf var. *quinqueplumis* Stapf est la Graminée caractéristique de ces plateaux, elle est mélangée de *Cymbopogon proximus* Stapf (*sensu lato*) et d'*Aristida papposa* Trin. et Rupr. dont les panaches argentés, légèrement violacés ressortent gracieusement sur le fond noir-ferrugineux. Là où la pente est indécise et la pluie mieux absorbée, croissent de petits arbres, la plupart du temps isolés : *Acacia Raddiana* C. Savi (= *A. fasciculata* G. et P. = *A. tortilis* mult. auct., non Christensen) et quelquefois *Maerua crassifolia* Forsk. (= *M. rigida* R. Br.). Autour de ces arbrisseaux ou parmi les traînées des touffes vivaces des trois Graminées signalées plus haut ont été remarqué d'autres végétaux dont :

Grewia betulifolia Juss.,
Tephrosia sp.,
Crotalaria podocarpa D. C.,
Pavonia zeylanica Cav.
et *Blepharis* sp. (N° 376).

B) Sur les **éboulis**, parmi les gros blocs, et dans les anfractuosités des rochers se rencontrent: un *Capparis* à feuilles rondes mucronées et à grandes et belles fleurs (n^{os} 301 et 337 — *Capparis galeata* Fres., peut-être ?) et *Solenostemma oleifolium* (Nect.) Bull. et Bruce (= *S. argel* Hayne). Voici de plus, à titre d'exemple, la liste des plantes recueillies sur les éboulis du Mont Fada :

Cleome viscosa L.,
C. scaposa D. C. (= *C. papillosa* Steud.),
Abutilon fruticosum Guill. et Perr.,
Gisekia pharnaceoides L.,
Mollugo Cerviana Seringe,
Euphorbia aegyptiaca Boiss.,
Heliotropium strigosum Willd.,
Boerhaavia viscosa Lag. et Rodr.,
Chrysopogon Aucheri var. *quinqueplumis*,
Panicum turgidum,
Aristida mutabilis Trin. et Rupr.,
A. funiculata Trin. et Rupr.,
et *Enneapogon* sp. (*elegans* Stapf ? N° 313).

C) Les **vallées** possèdent une végétation beaucoup plus riche que les tables de grès. Celles que la Mission a parcourues peuvent se classer en 3 types :

a) Les plus hautes ont été vues au sud de Fada : celles du bassin supérieur de l'oued Kaourkité, dont le lit principal, quoique d'ordi-

naire à sec, présente les caractères d'un vrai torrent de montagne. Le tapis herbeux y est riche alors que les arbres sont assez clairsemés. Les plus communs sont *Acacia Raddiana* et *A. Seyal* Del., auxquels viennent s'ajouter dans les dépressions *A. mellifera* Benth., *Balanites aegyptiaca* Del. et *Boscia senegalensis* Lam., plus rare mais formant, comme partout dans l'Ennedi, d'assez grands arbres.

Dans la prairie à sol plutôt sablonneux, dominent les *Aristida* : *A. pallida* Steud. principalement et *A. stipoides* Lam.. Les autres Graminées sont :

Eragrostis tremula Hochst.,
E. cilianensis Lutati (= *E. major* Hochst.),
Schmidtia pappophoroides Steud.,
Brachiaria deflexa G. E. Hubbard (= *B. regularis* Stapf),
Latipes senegalensis Kunth,
Tragus racemosus All.,
Cenchrus biflorus Roxb. (= *C. barbatus* Schum. = *C. catharticus* Del.),
C. Prieurii Maire
et *Coelachyrum oligobrachiatum* A. Camus, connu jusqu'à présent seulement dans l'Adrar des Iforas.

En dehors des Graminées, les plantes suivantes ont été récoltées :

Cleome scaposa,
Polygala irregularis Boiss.,
Farsetia ramosissima Hochst.,
Semonvillea pterocarpa J. Gay,
Phyllanthus sp.,
Pavonia zeylanica,
P. Kotschyi Hochst.,
Monsonia senegalensis Guill. et Perr.,
Tephrosia sp.,
Requienia obcordata D. C.,
Heliotropium zeylanicum Lam.,
Solanum anomalum Thonn.
et *Cyperus cruentus* Rottb..

Dans un lit d'oued, sur une large plage silico-argileuse semée de jeunes *Acacia,* au début de septembre, s'étendait un tapis de *Gisekia pharnaceoides* et de *Gynandropsis pentaphylla* D. C. mélangés, pour le plus grand désagrément du voyageur, de *Cenchrus biflorus* et de *Tribulus terrestris* L. Parmi les plantes de cette station nous citerons encore : *Sesamum alatum* Thonn., *Heliotropium pallens* Del., *Euphorbia aegyptiaca, Melhania Denhamii* R. Br., *Indigofera aspera* Perr., etc...

b) Sans vouloir ériger en règle une simple observation, nous avons constaté à nos deux passages que ces vallées herbeuses communiquaient par des gorges avec des enneris situés plus bas et à sol plus argileux. La végétation arbustive y est plus abondante et forme parfois de véritables fourrés. Les plantes herbacées y sont plus rares et le sol est souvent nu. C'est la brousse principalement à :

Ziziphus (1) spp.,
Acacia Raddiana,
A. scorpioides (L.) A. Chev.,
Balanites aegyptiaca,
Maerua crassifolia et
Capparis decidua Pax. (= *C. aphylla* Roth),

Fig. 1. — Schéma d'un enneri de l'Ennedi, dans la partie basse occidentale du massif. (Ce schéma, comme tous ceux des autres figures, sont faits sans échelle; les lettres correspondent aux paragraphes du texte).

mais on rencontre aussi :

Boscia senegalensis,
Hyphaene thebaica Mart.,
Cadaba farinosa Forsk.
et *Calotropis procera* Ait..

Quelques *Faidherbia* (*Acacia*) *albida* (Del.) A. Chev. à l'entrée de la guelta d'Archeï profilaient au début de septembre leurs rameaux blancs dépouillés de feuilles. A leur pied, dans le lit même, sablonneux, de l'oued avaient évolué *Tribulus terrestris*, *T. alatus* Del., *Gisekia pharnaceoides*, et un peu plus haut sur les berges *Cenchrus biflorus* et *Eragrostis* sp., et enfin *Panicum turgidum* (voir photo I. pl. II).

Nous laisserons pour le moment la guelta elle-même pour suivre l'évolution de la végétation des enneris vers la sortie du massif.

(1) *Ziziphus* Mill. (*15*, p. 607).

c) Les couloirs deviennent de plus en plus larges et leur sol plus sablonneux est de plus en plus dénudé. A. Guettara comme à Baki la végétation herbacée finit par n'être plus représentée que par de rares touffes de *Panicum turgidum* et surtout de *Cyperus cruentus*. Des acacias (*A. Raddiana*) s'espacent par tout l'enneri comme les arbres d'un pré-verger, ou se serrent contre les falaises, probablement pour profiter de l'humidité emmagasinée par les grès (1).

Mais entre Archei et Guettara, entre les fourrés et le parc à *A. Raddiana*, s'étend une brousse basse et claire, curieuse par le fait que la plupart des espèces, pourtant assez variées qui la composent, appartiennent à la même famille des Capparidacées. Dans les larges couloirs dont le fond s'abaisse à peine vers le milieu, *A. Raddiana* est relégué vers les falaises, où le sol est sablonneux et le centre, où l'argile vient se mêler au sable en plus grande quantité, est parsemé de buissons et de quelques arbres. La terre y est en grande partie nue, et ce n'est que le long des sillons d'écoulement et dans quelques cuvettes qu'on relève les espèces herbacées suivantes :

Schouwia arabica D. C.,
Gynandropsis pentaphylla,
Morettia canescens Boiss.,
Bergia guineensis Hutch. et quelques autres.

Le tableau ci-dessous donne les espèces ligneuses, parmi lesquelles *Cadaba glandulosa* forme des coussinets bas; *Capparis decidua* croît en groupe et seul *B. aegyptiaca* et quelques *A. Raddiana* atteignent la taille d'arbres. Deux dénombrements ont été faits vers le centre de l'enneri pour essayer de donner une idée de la composition de ces formations.

Maerua crassifolia	32	28
Capparis decidua	13	25
Cadaba glandulosa	27	23
Boscia senegalensis	16	3
Cadaba farinosa	0	1
Balanites aegytiaca	7	1
Acacia Raddiana	5	19 (dont 9 morts)
	100	100

(1) Chudeau écrit au sujet des « massifs gréseux placés sur le Tégama » :
« Les plateaux gréseux et les dunes qui s'y appuient, très perméables, jouent le rôle d'éponge et emmagasinent l'eau qui tombe assez régulièrement sur ces régions un peu élevées, situées juste à la frontière des zones saharienne et sahélienne ». (*11*, p. 149).

D) Dans l Ennedi, ainsi d'ailleurs qu'au Borkou, il existe, à la faveur des **collections permanentes d'eau**, des stations d'un type résiduel, à affinités soudanaises. Telle est la guelta d'Archei où un torrent, après un parcours en partie souterrain, aboutit à un enneri étroit. C'est une véritable gorge où un bief de plus de 100 m. reste rempli d'eau toute l'année. Au pied des falaises, surtout à l'entrée d'une grotte et dans les fentes des rochers baignés par l'eau, croît un arbrisseau soudanais, *Adina microcephala*. Au fond de la guelta, dans un petit cirque créé par les éboulis, existent d'étroites plages peuplées de *Phragmites communis* Trin. Là, aux plantes communes dans la région :

Portulaca oleracea L.,
Mitracarpus scaber Zucc. (= *Mitracarpum verticillatum* Vatke),
Sesamum alatum,
Euphorbia aegyptiaca,

s'ajoutent quelques autres espèces :

Cissampelos Pareira L.,
Ipomoea dissecta Willd.,
Orygia decumbens Forsk., plante de l'Afrique orientale, et quelques autres non encore déterminées (N^{os} 333, 355).

La faune d'Archei compte aussi quelques espèces dont l'aire à présent est plus méridionale, des crocodiles notamment.

Aux abords S.W. de l'Ennedi, le rocher d'El Guettara, outre plusieurs geultas, grandes vasques où se conserve longtemps l'eau de pluie et où se développent en abondance des lentilles d'eau, possède une excavation assez profonde, des parois de laquelle suintent continuellement des filets d'eau (1).

Dans cette station nous avons pu recueillir la florule suivante :

Orygia decumbens Forsk., plante de l'Afrique orientale, et
Adiantum Capillus-Veneris L.,
Lemna spp. (N^{os} 388 et 389)
et deux mousses (N^{os} 391 et 392).

E) Pour clore ce chapitre consacré à l'Ennedi, et rédigé d'après des notes n'ayant trait malheureusement qu'à certaines parties de ce massif, si peu connu encore, voici quelques mots sur ses **abords immédiats** observés en quatre endroits d'aspects bien différents.

---

(1) Cette eau doit être emmagasinée dans l'épaisseur de la masse de grès et son écoulement à sa surface me paraît pouvoir s'expliquer par le fait qu'en cet endroit le niveau de jonction des grès et des roches sous-jacentes imperméables est situé au-dessus du sable des vallées.

a) Mr B. Zolotarevsky, chef de la Mission, qui s'est rendu à Fada venant d'Anoa, décrit (1) ainsi les abords N.W. :

« La région s'étendant au sud de Madadi est désertique dans la dépression de Mourdi et sur le contrefort du plateau nord-occidental de l'Ennedi. Elle change brusquement d'aspect dès la descente de ce plateau vers les sources d'Anoa situés sous les rochers de la falaise sud-occidentale déchiquetée du plateau. »

« La végétation arborescente, pauvre sur le plateau, devient plus abondante sous la falaise; elle est particulièrement riche près des sources. Le « had » (*Cornulaca monacantha*) disparaît. Les espèces sahéliennes: *Acacia Seyal, A. mellifera, Balanites aegyptiaca,* font leur apparition. Les peuplements d'*Acacia Raddiana* deviennent importants par place. »

Fig. 2. — Schéma des abords du massif de l'Ennedi (Oued Sini).

« La végétation herbacée, presque inexistante au nord de la falaise, réduite à quelques touffes plus ou moins desséchées d'*Aristida pungens* ou de *Panicum turgidum,* devient commune, souvent dans son plein développement. »

« ... Vers l'ouest, dans la direction de la mare d'Oueïta, la végétation s'appauvrit graduellement et, au delà de la mare d'Oueïta, on aperçoit des étendues sablonneuses nues. »

« Vers le sud-est, dans la direction de Fada, la végétation devient de plus en plus abondante et s'enrichit de nouvelles espèces sahéliennes (*Cenchrus biflorus, Boscia* sp., *Ziziphus* spp., etc...) ».

b-c) Du côté S.W., à l'entrée du massif, par Baki comme par Guettara, les hauts rochers à parois verticales et au faîte plus ou moins curieusement sculpté par l'érosion éolienne, se dressent avec la même soudaineté dans la plaine environnante dont le sol, sans s'élever sensiblement, pénètre entre les blocs par des couloirs sablonneux, arides, parsemés d'acacias.

(1) Extrait d'un rapport non publié.

A Guettara, la plaine qui précède le massif est unie, caillouteuse, sans nulle végétation.

A Baki, par contre, par suite de la présence d'un oued, un bois persiste au pied des murs de grès. Les acacias qui le composent paraissent de grands arbres à côté de la végétation plutôt buissonnante de la Mortcha. A la fin d'août, le sous-bois comprenait une flore assez variée parmi laquelle *Farsetia aegyptiaca* Turr., *Monsonia nivea* Webb. et *Pavonia zeylanica* se faisaient remarquer par leurs fleurs.

d) Si du côté ouest le massif n'est annoncé que par quelques rares pitons isolés, disséminés dans la Mortcha, vers le sud la limite de l'Ennedi est beaucoup moins nette. Les rochers de Korko et de Koalé (Koalga) font partie des premières collines rocheuses de la zone de transition qui mène insensiblement au massif principal.

Les roches cristallines se substituent au grès et le relief est moins heurté, les formes étant plus arrondies que dans le nord, et l'élément *pente* apparaît dans le paysage. La Mission a passé à la fin de septembre au pied du massif du Driss, à mi-chemin entre Korko et Beskéré (voir fig. 2). Le sol graveleux, qui domine dans la Mortcha, y est réduit à de petits îlots (α) constitutant autant de clairières dans une brousse à *Acacia, Ziziphus* et *Balanites*. Le sol argileux et inondable de cette brousse (β) est en partie occupé par :

Cleome tenella L.,
Boerhaavia repens L.,
Cassia acutifolia Del.,
Indigofera viscosa Lam.,
Borreria sp.,
Brachiaria deflexa (= *B. regularis*),
B. ramosa Stapf,
Panicum laetum Kunth,
Chloris Prieurii Kunth, etc...

Une sorte d'île sablonneuse donne lieu à une formation végétale (γ) inaccoutumée dans le nord de la Mortcha, mais que nous rencontrerons plus au sud, à la limite de l'Ouadaï.

C'est une prairie de *Cyperus cruentus*,
Panicum turgidum,
Monsonia senegalensis,
Schmidtia pappophoroides,
mêlées d'*Aristida* et de *Blepharis*.

Des arbustes :

Maerua crassifolia,

Capparis decidua,
Acacia Raddiana, et surtout
Leptadenia pyrotechnica Decne
y croissent çà et là.

La zone inondable argileuse (δ) se relève insensiblement à l'approche de la montagne. Nue d'abord, elle se couvre de pelouses d'*Aristida adscensionis* L. à laquelle se mêlent plus loin *Schoenefeldia gracilis* Kunth, *Tetrapogon spathaceus* Hack., *Geigeria alata* Bent. et Hook., etc... Puis viennent les pentes sablonneuses (ε) plus rapides sur lesquelles jusqu'au pied des rochers s'étend une prairie interrompue par des affleurements caillouteux et silonnée de rigoles de ruissellement.

Voici la liste des plantes qui semblent la composer principalement:

Aristida papposa,
A. mutabilis,
A. adscensionis,
Panicum turgidum, un peu de
Cymbopogon proximus,
Schmidtia pappophoroides,
Tephrosia spp.

Sur les éboulis (ξ) surmontés d'énormes blocs arrondis, presque sphériques, s'accrochent :

Aristida pallida,
A. papposa,
A. funiculata,
Cenchrus ciliaris L. et
Abutilon fruticosum.

La Mortcha septentrionale.

Vers le centre de la Région du Tchad, entre les montagnes de l'Ennedi et de l'Ouadaï et les « Pays-Bas » du Tchad, se trouve une zone intermédiaire qui, limitée au nord par le Borkou, s'arrête au sud aux abords du Batha. Cette plaine est sillonnée par les oueds parallèles, orientés d'est en ouest, qui drainent les eaux des massifs orientaux et dont les crues passagères n'arrivent plus de nos jours à atteindre les dépressions de l'ouest de la Colonie. Au nord et au centre, les lits desséchés indiquent seuls que les cours d'eau naissant dans l'Ennedi étaient autrefois tributaires des « golfes » de Djourab et de Bokalia

ou des affluents du bas Soro (1). Au sud, les oueds descendant de l'Ouadaï aboutissent à une bande de terrain sablonneux et plat qui précède le sillon du Bahr el Ghazal.

B. Zolotarevsky (32 p. 114-115) a récemment indiqué les difficultés qu'on éprouvait à employer de façon précise le terme géographique de Mortcha. Nous conviendrons ici de désigner par ce nom toute la contrée que nous venons de définir. Cependant cet ensemble n'est pas homogène et les différentes physionomies du pays correspondent — de façon schématique — à quatre quartiers de la Mortcha où on distinguera, par suite, faute d'autres appellations, les parties N.W., N.E., S.W. et S.E.

La Mortcha N.-W. est désertique, donc en dehors de la zone qui nous occupe spécialement. On trouve d'ailleurs peu de renseignements sur sa nature. On sait pourtant que son sol dur tient du reg, faisant ainsi suite à la plaine graveleuse du N.E. et que des dunes vives se rencontrent vers les limites nord et ouest du moins. Sa végétation paraît réduite au « had » (*Cornulaca monacantha*) et aux Stipées désertiques : le « sbot » (*Aristida pungens*) et le « nessi » (*A. plumosa*); *Panicum turgidum* apparaît à l'approche de la zone de pluviosité annuelle.

La Mortcha N.-E. a été au contraire longuement parcourue par la Mission et c'est à la végétation de cette région qui est en rapports étroits avec celle de l'Ennedi, que sera consacrée la totalité de ce chapitre. B. Zolotarevsky (32 p. 114-115) caractérise ainsi cette contrée.

« Au sud-ouest du massif de l'Ennedi et de ses contreforts méridionaux s'étend une région, ondulée près du massif, aplanie plus loin vers l'ouest, coupée de nombreux ouadi et parsemée de rares rochers isolés plus ou moins dégradés. Son sol est généralement argileux, graveleux ou même caillouteux, avec des apports de sable dans les vallées des ouadi et dans les dépressions. Les formations dunaires y sont absentes. »

« La formation de la Mortcha est incontestablement en rapport direct avec les massifs montagneux qui la bordent par l'est. Son sol, argileux, est couvert le plus

(1) « Après avoir parcouru les hauts plateaux de l'Ennedi j'employai le mois de janvier 1915 à relever le cours des anciennes rivières descendant de leur versant occidental vers les plaines désertiques du Mortcha septentrional. Ces rivières ne coulent plus guère que pendant quelques jours chaque année, parcourant 200-300 kilomètres pour atteindre les mares qu'elles n'ont pas la force de dépasser; au delà des bassins où se terminent ces cours d'eau temporaires, les anciens thalwegs sont encore visibles, mais le plus souvent demeurent obstrués de place en place par les sables. Il est manifeste qu'autrefois ces rivières se sont jetées dans l'ancien lac du Djourab, que mes déterminations hypsométriques placent à une centaine de mètres au-dessous du niveau des mares temporaires précitées. » (Tilho, *31*, pp. 404-405.)

souvent d'un gravier noir, rappelant le sol des regs d'épandage des eaux, mais dont les cailloux ne sont en général pas roulés. L'origine de ce gravier pourrait être attribuée à la décomposition des roches s'étendant autrefois sur l'emplacement de la partie orientale de la Mortcha. »

La partie N.E. de la Mortcha bénéficie d'une pluviosité anormale pour sa latitude, grâce aux condensations provoquées par la présence du massif de l'Ennedi au pied duquel elle s'étend. De plus les oueds descendus des montagnes, grossis par les eaux qui ruissellent sur son propre sol dur et peu perméable, créent des réserves d'humidité dans les dépressions et permettent ainsi l'existence d'une végétation pérenne contractée.

« La pluviosité de la Mortcha, mal connue, est probablement annuelle; le « had » ne s'y rencontre pas. Le volume des précipitations atmosphériques dans cette région va en augmentant du nord au sud, mais doit être plus pauvre que sur les zones correspondantes du massif de l'Ennedi et de ses contreforts méridionaux. » (B. Zolotaresky, 32, p. 115).

Il paraît également certain que la pluviosité doit être irrégulière quant à la répartition et au volume.

L'année 1935 a été considérée comme pluvieuse par ceux qui séjournent dans la région, et nous avons donc vu sous un jour très favorable la végétation annuelle. Un des membres de la Mission, arrivé dans la région de Goumeur-Ouargalla le 24 août a assisté à une tornade, probablement une des dernières de l'année. A la même époque et dans la même région, les plantes vivaces étaient en floraison tandis que les annuelles étaient un peu moins avancées ou même ne faisaient que sortir de terre. Au second passage de la Mission (13-22 septembre) la plupart avaient terminé leur évolution et commençaient à jaunir. Immédiatement au nord de l'O. Oum Hadjer les pluies ont dû être irrégulières; sur certains espaces les touffes vivaces étaient souffreteuses et la végétation annuelle — absente; ailleurs celle-ci était depuis longtemps desséchée, ailleurs encore au milieu des plantes mortes poussaient de jeunes herbes.

D'une manière plus générale, la végétation était de plus en plus sèche à mesure que la Mission se déplaçait des régions peu arrosées vers celles qui le sont davantage, étant plus méridionales. Ce voyage avait lieu immédiatement après la période pluvieuse de l'année, au cours de la deuxième quinzaine de septembre, et sa durée (5 jours seulement de Korko à Oum Chalouba) ne suffit pas à expliquer ce phénomène. Les espèces annuelles en effet sont à peu près les mêmes dans le nord que dans le sud et sont toutes caractérisées par une période de végétation très courte. Cette sélection est probablement due aux séries des années de pluviosité déficiente. La saison humide débutant plus tôt dans le sud, ces plantes arrivent à maturité plus tôt, et

la flore ne possède pas d'éléments pouvant utiliser tout au long la période favorable plus ou moins exceptionnelle.

La Mortcha N.-E., pays bien homogène, est composée d'une succession d'éléments, plus ou moins étendus, de la pénéplaine séparés par des vallées relativement étroites et peu profondes.

« Les peuplements arbustifs suivent les ouadi et n'en sortent qu'au voisinage immédiat des montagnes et dans le sud. La végétation herbacée vivace... ou annuelle... est disposée en taches ou traînées confinées aux ouadi, dépressions secondaires et rigoles d'écoulement des eaux de pluies locales. » (Zolotarevsky, 32, p. 115).

Le terme « sisa », employé dans le Soudan anglo-égyptien (1) pour désigner certaines parties du sol du Kordofan et du Darfour, convient très bien pour la nature du sol, le modelé et la végétation de la Mortcha.

Fig. 3. — Schéma de la Mortcha N.E. (les lettres correspondent aux paragraphes et aux subdivisions du texte).

Pour la description plus détaillée de la Mortcha N.-E. il y a lieu de distinguer la partie typique (A) des zones de transition (B et C) et, de plus, d'établir des subdivisions correspondant aux diverses stations écologiques qui composent chacune de ces régions.

A) La **partie septentrionale** de la Mortcha est une juxtaposition des types de végétation suivants. (Fig. 3) (2).

1) Ses **parties élevées:** Selon l'inclinaison du terrain on peut y établir 3 subdivisions.

a) La pente est généralement suffisante pour assurer l'écoulement des eaux déversées par les tornades sur le sol argilo-siliceux recouvert d'une couche de gravier (Photo 2. Pl. II), une quantité de petits thalwegs ravine le terrain en le marquant de traînées sablonneuses, l'argile étant

(1) Maxwell-Darling, *19*, p. 65-66.

(2) Les lettres en tête des paragraphes correspondent aux lettres des figures.

emportée par l'eau. Les touffes de végétation vivace occupent les bordures de ces rigoles, à la naissance desquelles s'étalent des plaques d'herbe annuelle plus ou moins étendues suivant la pluviosité de l'année. Des plages nues de gravier d'un noir violacé (patine désertique) alternent avec ces plaques de gazon, vert-tendre ou jauni. Les panicules lourdes et rougeâtres de *Cymbopogon* et les débris de roches granitiques rosâtres ajoutent leur note chaude au paysage (1).

Les touffes vivaces qui se concentrent surtout le long des rigoles appartiennent principalement à :

Cymbopogon proximus et à
Aristida papposa, auxquelles se mêlent des petits buissons de
Tephrosia nubica Baker,
T. uniflora Pers.,

et en moins grand nombre :

T. purpurea Pers.,
Fagonia cretica L.,
Indigofera semitrijuga Forsk.,
I. sessiliflora D. C.,
Crotalaria arenaria Benth.,
Bouchea marrubiifolia Schauer.,
Ærva persica (Brum.) Maire (= *Æ. tomentosa* Forsk.), etc...

et aussi parfois les Graminées

Aristida pallida et
Chrysopogon Aucheri.

Les taches de gazon qui envahissent plus ou moins le terrain dans la saison de pluies sont en majeure partie composées d'*Aristida funiculata* qui est peut-être la plante la plus caractéristique de la région. *Aristida mutabilis* y tient également une place importante.

Parmi les Dicotylédones les plus communes sont : *Anticharis linearis* Hochst., quelques petites Légumineuses (*Indigofera* spp. etc. .) et surtout *Blepharis edulis* Pers. et *Geigeria alata.* Ces deux dernières plantes sont d'ailleurs aussi fréquentes dans les autres types de terrain.

b) Les parties centrales de ces sortes de plateaux bas qui séparent les vallées des oueds sont, quand ces plateaux sont vastes, moins bien drainées. Le sol trop plat comporte des étendues où l'eau des rares pluies s'infiltre en grande partie sur place. Cette circonstance permet le développement, aux endroits les plus élevés, de plantes qui se retrouvent d'autre part dans les bas fonds.

---

(1) C'est dans ce cadre que vit *Schistocerca gregaria* Forsk., dont la phase solitaire a emprunté de la nature ambiante ses teintes délicates.

Ce sont des peuplements éphémères, en plages serrées, atteignant 25-30 cm. de hauteur, où domine très nettement une des trois Graminées suivantes : *Aristida mutabilis* qui s'accommode de terres encore assez légères, *Aristida adscensionis*, demandant des sols plus argileux, et *Schoenefeldia gracilis*, qui, sous cette latitude, n'occupe que les cuvettes gardant le mieux le peu d'eau qui leur échoit.

C'est également sur les parties planes que se rencontrent sous une forme naine des Graminées plus méridionales : *Tragus racemosus*, *Latipes senegalensis*, *Enneapogon elegans*, *Tetrapogon spathaceus* et une autre (N^{os} 410 *bis* et 491) qui est très probablement *Schmidtia pappophoroides*, que l'on retrouve plus au sud en peuplements très importants. *Aristida hordacea* Kunth et *A.* sp. (N° 439, sect. *Chetaria*, proche d'*A. adscensionis*) commencent aussi à apparaître. *Geigeria alata* et *Blepharis edulis* sont disséminés par tout le terrain.

Parfois la répartition des végétaux ne peut être expliquée aussi facilement par le seul relief apparent. On est amené à tenir compte du sous-sol, qui par sa nature, et, pour être plus précis, par la profondeur à laquelle se trouve le rocher, par le modelé de sa surface, ou par ses solutions de continuité, influe certainement sur la répartition et la conservation de l'humidité dans le sol.

c) Quand, à l'encontre de ce qui se passe dans le cas précédent, la pente devient plus accentuée près des berges des vallées, les rigoles deviennent plus importantes ,leur lit plus sableux, les parcelles qui les séparent plus nues, l'eau n'ayant guère le temps de les pénétrer. La végétation des thalwegs par contre est plus abondante, quelques buissons et de petits arbrisseaux les jalonnent de place en place.

Ces arbres sont *Acacia Raddiana* et *Mærua crassifolia*. A la flore vivace de petits thalwegs déjà décrits s'ajoute *Panicum turgidum* surtout quand les apports de sable sont importants et plus rarement *Chrysopogon Aucheri* qui aime les éboulis de cailloux.

2) D'une façon générale, le nord de la Mortcha est un pays bien drainé. Les cuvettes fermées y sont rares mais en général importantes et contiennent alors de vastes mares où l'eau se conserve longtemps, comme à Goumeur. Dans la coupe transversale **d'une vallée d'oued** on peut distinguer trois genres de terrains.

d) Souvent d'un côté du lit, plus rarement des deux, s'étend une bande de terrain sablonneux s'abaissant doucement vers le centre du thalweg (Photo 3, pl. III). Ces parties d'anciennes vallées, larges de quelques mètres à un km. ou davantage sont parsemées de touffes de Graminées vivaces qui parfois y déterminent la formation de petits monticules de sable. Des arbres (*A. Raddiana* et *M. crassifolia*) peuvent être disséminés çà et là.

La plante dominante est *Panicum turgidum*; parmi ses grosses touffes on remarque celles de *Cymbopogon proximus*, d'*Aristida papposa* et surtout d'*A. pallida* aimant les terrains sablonneux. Les petits buissons de *Tephrosia* : *T. nubica, T. uniflora, T. purpurea* et *T. sp.* sont fréquents et peuvent prendre une grande importance. D'autres plantes (énumérées dans le paragraphe « a ») se rencontrent également, notamment *Blepharis edulis*. On doit y ajouter *Polygala irregularis* et, pour les parties basses, *Gisekia pharnaceoides*.

A ce type de terrain s'apparentent, du moins par la nature de la végétation, les étendues de sable plus ou moins dur qui peuvent se substituer parfois à la pénéplaine argileuse et graveleuse. Nous en avons vu un exemple au sud de Goumeur, et les sols de ce genre doivent devenir plus fréquents à mesure qu'on avance vers le centre de la Mortcha, où la région est sablonneuse et comporte même des dunes.

e) « Près du lit, le sol est plat, dur en saison sèche et boueux en saison des pluies (*naga* et *miguielit*) sur une bande de largeur variable, infime parfois » (Louis et Monod *16*, p. 600). Dans la Mortcha septentrionale nous avons vu les mêmes étendues argileuses, larges de quelques mètres ou, plus rarement, de quelques centaines de mètres.

A part quelques arbres (*Acacia Raddiana, Maerua crassifolia*) et buissons (*Capparis decidua, Cadaba glandulosa*), la végétation vivace en est très pauvre. La terre est donc nue la plus grande partie de l'année et après les pluies se couvre de plantes annuelles que j'ai vu, à la fin d'août, germer en soulevant par grosses plaques sous leur poussée la croûte superficielle que le soleil avait eu le temps de durcir. Il s'y forme des gazons d'*Aristida adscensionis*, plus rarement de *Schoenefeldia gracilis*, ou d'*Aristida mutabilis* en bordure de terre sableuse. Là encore on rencontre *Geigeria alata* et *Blepharis edulis*.

Sur les plages très détrempées on rencontre :

Portulaca oleracea,
Amaranthus sp.,
Euphorbia prostrata Ait.,
Heliotropium pallens Del.,
H. strigosum,
Mollugo nudicaulis Lam..

f) Enfin vient la bande boisée, généralement étroite. Les arbres et buissons croissent, soit sur les bords d'un lit net, sablonneux, large de quelques mètres, soit au milieu d'un lacis de petits canaux, ce qui est fréquent dans la partie la plus septentrionale. Dans ce dernier cas, en plus de la végétation arbustive, sur les bords argileux des rigoles se trouvent des peuplements de hautes herbes.

Acacia mellifera,
A. Raddiana,
A. Seyal Del. (*sensu stricto*),
A. scorpioides,
Balanites aegyptiaca,
Cordia Gharaf Ehremb. (= *C. Rothii* Roem. et Schult.),
Grewia betulifolia,
Boscia senegalensis,
Ziziphus spp.,
Commiphora quadricincta Schwfth. (= *C. airica* A. Chev.) (1),
Capparis decidua,
Salvadora persica L.,
et *Cadaba glandulosa*

sont les espèces arborescentes qui ont été constatées. *A. mellifera* est souvent abondant et paraît être parmi les arbustes les plus caractéristiques de ces formations. *A. scorpioides* et *S. persica* ne se rencontrent qu'accidentellement le long des oueds les plus septentrionaux.

Les herbes qui sont surtout abondantes dans ces derniers sont :

Sorghum sudanense Stapf,
Sporobolus robustus Kunth,
Echinochloa pyramidalis Hitchc. et Chase,
Eragrostis sp..

Parmi les Dicotylédones on remarque surtout *Sesbania* sp., *Aeschynomene indica* L. et plus rarement *Rogeria adenophylla* Gay.

g) Dans certaines parties des oueds l'eau séjourne longtemps, formant des mares. Celle de Goumeur peut à certaines époques atteindre 10 km. de long sur plusieurs centaines de mètres de large.

Leur flore ne diffère pas beaucoup de celle des lits des oueds. Cependant les arbres sont plus grands. C'est surtout *Acacia scorpioides* qui forme des boqueteaux dans les parties innondables. La bordure de l'eau est garnie d'une ceinture de *Cenchrus biflorus*. (Photo 4, pl. III).

(1) La plante que nous avons récoltée dans le Tchad a pu être comparée, grâce à l'amabilité du Directeur du Jardin Botanique de Berlin-Dahlem, avec le *type* de Schweinfurth (Bull. Herb. Boiss. *VII*, App. II, 283), auquel elle est conforme, comme je l'avais supposé. De mon côté j'ai pu me convaincre de son identité avec le *Commiphora* de l'Aïr (récolté par 17°30 N. entre 500 et 700 m. d'altitude) que le Professeur Chevalier avait décrit sous le nom de *C. airica* (« Plantes nouvelles ou peu connues récoltées en Afrique Occidentale ». — Bull. Muséum, s. 2, T. 4, 1932, p. 583).

Je me suis attaché à établir cette identité, car cet arbre paraît intéressant au point de vue géobotanique. On peut ainsi étendre l'aire de cette espèce de l'Afrique orientale vers l'ouest jusqu'en Aïr. Dans la Région du Tchad, où *C. quadricincta* est fréquent, il caractérise bien, comme on le verra plus loin, la zone intermédiaire entre le Sahel et le Désert.

Cette description correspond à la région parcourue en tous sens par la Mission, entre les oueds Souala et Oum-Hadjer et allant de la mare de Goumeur aux rochers de Korko.

B) Au nord et à l'ouest, vers Ellela et Oum el Adam la zone désertique est précédée d'étendues sablonneuses avec des touffes de *Panicum turgidum*. On constate aussi que les régions à pluviosité moindre sont annoncées par le remplacement, dans la flore des parties hautes, d'*Aristida funiculata* et *A. mutabilis* par *A. plumosa*.

C) Au sud de l'Oum Hadjer, tout renseignement manque sur la région comprise entre cet oued et l'O. Hachim-Karma.

Nous ne pourrons nous rendre compte des modifications de la flore vers le sud qu'en suivant l'**itinéraire** de la Mission : **Korko-Oum Chalouba-Arada.** La végétation et même le relief de la plaine de la Mortcha y sont influencés par la proximité des hauteurs qui relient les massifs de l'Ennedi et de l'Ouadaï.

a) Entre l'Oued Sini et l'Oued Haouach le terrain dans les intervalles des vallées reste découvert. La prairie qui se développe sur son sol dur est plus fournie, et ne laisse que peu de plaques de terre nue (un dixième environ, tandis que dans la région Ouargalla-Goumeur la moitié du sol était dépourvue de végétation).

Qualitativement la composition de cette prairie est la même, mais non quantitativement. La plupart des espèces indiquées comme accidentelles précédemment (cf. liste A-b) se trouvent être bien représentées. Les herbes vivaces ont une moindre importance ; *Chrysopogon Aucheri* et même *Aristida papposa* sont rares, *Cymbopogon proximus* ne se rencontre plus que par îlots denses. Les Graminées annuelles sont abondantes. Tour à tour dominent les espèces suivantes, en commençant par celles des parties bombées, en finissant par celles des dépressions plus argileuses :

Aristida funiculata,
A. mutabilis,
Schoenefeldia gracilis,
A. adscensionis,
A. sp. (N° 439),

puis, bien que les cuvettes soient rarement assez accentuées pour permettre leur développement,

Sporobolus robustus et N° 510-511.

Cenchrus biflorus n'est plus limité au pourtour des mares (type A-g.), il envahit largement les parties sablonneuses de vallées (A-d.) et se rencontre même sur les plateaux (A-a. et A-b).

Les listes précédentes (A-a et A-b) s'enrichissent de nouvelles espèces parmi lesquelles ont été surtout remarquées :

Aristida stipoides,
Cenchrus Prieurii,
Eragrostis pilosa Beauv.,
E. linearis Benth.,
Dactyloctenium aegyptium Beauv.,
Dinebra retroflexa Panzer (= *D. arabica* Jacq.),
Cleome viscosa,
Farsetia stenoptera Hochst. (= *F. grandiflora* Fourn.),
Polycarpea linearifolia D. C.,
Indigofera viscosa Lam., etc...

b) L'aspect de la région change quand on traverse des éperons détachés par les hauteurs de l'Est. Notre itinéraire a coupé ainsi Koalé (Koalga) et Sidilia. Ce sont des restes de massifs très dégradés, réduits à des collines basses caillouteuses (les débris rocheux appartiennent souvent à une roche cristalline rosâtre). Le terrain, qui paraît assez bien arrosé, est raviné par un réseau étroit de thalwegs qui forment autant de lignes de végétation arbustive entourant des clairières à sol fortement bombé et généralement nu au centre. En pourtour de ces parties graveleuses croît une minuscule Graminée (N° 490) et un peu plus bas c'est la prairie d'*Aristida* spp., Les lits des rigoles sont marqués, de plus, par des touffes de Stipées vivaces (*A. papposa, A. pallida*) et *Chrysopogon Aucheri,* ainsi que par toute une série de Dicotylédones dont la plupart sont des sous-arbrisseaux :

Fagonia cretica,
Pupalia lappacea Juss.,
Aerva persica,
Malvacée *N° 485,*
Cassia nigricans Vahl,
Cassia nigricans Vahl.,
Tephrosia spp.,
Indigofera geminata Bak.,
Bouchea marrubiifolia, etc...

Ces ravines ne tardent pas à devenir de petits oueds marqués à leur tour par des arbres et de gros buissons appartenant aux espèces arbustives déjà énumérées (liste A-f), plus *Cadaba farinosa* et *Combretum aculeatum* Vent..

c) A partir de l'Oued Haouach la végétation arbustive cesse d'être confinée aux lits des oueds, où déjà, depuis Korko, d'ailleurs, elle occupe des bandes de plus en plus larges. Hors des fonds des dé-

pressions, les arbres parsèment le terrain à la densité d'un pré-verger, ou s'écartent entre eux de 50 à 200 mètres.

Ce sont *Acacia Raddiana* et *Maerua crassifolia* qui déjà plus au nord s'accommodaient bien des terrains secs, auxquels arbres sont venus se joindre *Balanites aegyptiaca* et *Acacia mellifera,* la pluviosité étant suffisante pour leur permettre de croître en dehors des creux.

Le sol devient beaucoup plus sablonneux. Parfois la végétation herbacée est discontinue : touffes de *Panicum turgidum,* diverses Dicotylédones dont *Boerhaavia viscosa* et *B. repens,* plaques de gazon avec *Cenchrus biflorus.* Mais on ne tarde pas à arriver à des prairies touffues remarquables par la forte proportion et le nombre d'espèces d'*Aristida* qui les composent (Photo 6, p. IV).

A. papposa, A. mutabilis et*A. funiculata* dominent nettement, *A. adscensionis, A.* sp. (N° 439) avec *Schoenefeldia gracilis* deviennent abondants en terre plus argileuse près des lits d'oueds. La proportion des autres Graminées et des Dicotylédones est très faible.

d) Ce type de prairie se trouve un moment brusquement remplacé par un autre comportant toujours des arbres disséminés. *Schmidtia papporoides* y devient dominant; il est mélangé de *P. turgidum, Dactyloctenium aegyptium, Sch. gracilis* et de Dicotylédones, celles-ci occupant une place plus importante que précédemment.

e) A partir d'Oum Chalouba, à part les détails de modelés et la pluviosité plus grande (1), on retrouve la pénéplaine à sol dur caractéristique du nord de la Mortcha. Cependant le terrain, parfois graveleux, est plus plat, presque pas raviné, avec des oueds très peu encaissés.

Les arbres sont confinés à ces dépressions, et forment de petits boqueteaux là où le lit s'élargit, ce qui contribue, les creux étant peu accusés, à donner au paysage un aspect de savane.

Le tapis herbeux rappelle beaucoup celui du nord de la Mortcha par sa discontinuité et sa composition, *Aristida mutabilis, A. funiculata, Sch. gracilis, Cymbopogon proximus* étant ses éléments principaux, mélangés à d'autres espèces des listes A-a et A-b. Les espèces apparues depuis Korko restent représentées, mais sont peu importantes à part *Polycarpea* sp. (*linearifolia* ?), *Boerhaavia viscosa, Indigofera viscosa* et une autre Papilionacée (N° 427). A signaler la disparition de *Chrysopogon Aucheri.*

Les espèces arbustives sont plus nombreuses et il convient de compléter ainsi la liste « A-f » :

---

(1) Le mil, *Pennisetum typhoideum* Rich., y arrive certaines années à donner une récolte.

Capparis sp. (aff. *corymbosa* Lam.),

Cadaba farinosa,

Boscia sp. (aff. *angustifolia* A. Rich., N^{os} 545, 561 et 569). — *Fl.* (1).

Combretum aculeatum — *Fl.*,

Ziziphus jujuba Lam. — *Fl.*,

Bauhinia rufescens Lam. — *Fl.* (vu pour la première fois dans l'oued Amérizi).

Faidherbia (*Acacia*) *albida* — *Fl.*,

Acacia stenocarpa Hochst.,

A. laeta R. Br. — *Fl.* (qui, apparu dans les oueds de Koalga à Oum Chalouba, s'aventurait déjà hors des dépressions).

et *Calotropis procera*.

La Mortcha méridionale — Le Batha — L'Ouadaï

La Mission n'a pas visité la moitié sud de la Mortcha. Cependant, grâce à la note du Lieutenant Louis et de Th. Monod (*16*) nous avons une idée suffisante de cette partie pour pouvoir la foire entrer dans le cadre général.

Dans la **Mortcha S.-W.** « les dunes font défaut; le sol sablonneux et plat, le *goz*, existe partout et, partout, est parsemé de dépressions plus profondes (1 à 4 mètres), à pente douce, de forme circulaire (100 à 400 mètres de diamètre) et au centre desquelles se trouvent les mares ».

Cette citation s'applique en particulier au Guéty, mais la mention de la carte de la Mission Tilho « pays plat, nombreuses mares d'hivernage » permet de l'étendre à la bordure orientale du Soro où, au nord du 15^{e} parallèle, le sol est plus dur, les mares de moins en moins nombreuses, et vers Koubba il n'y a plus que des « dépressions imperceptibles » où se groupent les arbres.

La Mortcha S.-E. se présente tout autrement. Comme dans sa partie septentrionale, des oueds la sillonnent de l'est à l'ouest, mais leurs vallées argileuses de largeur très variable sont séparées par des *goz*. Ces dunes mortes s'étendent vers le nord au moins jusqu'à l'O. Hachim-

(1) « *Fl.* » indique les arbres qui étaient en fleurs fin septembre-début octobre. Parmi ceux qui ne sont pas reproduits dans la présente liste, on a remarqué les fleurs des espèces suivantes : *G. betulifolia*, *Boscia senegalensis* (certains buissons portant un feuillage frais), *Acacia Seyal*, *A. scorpioides*, *A. Raddiana*.

Karma et vers le sud elles sont encore nettement acusées au delà de l'O. Rimé (1).

Notre Mission a rencontré des dunes mortes de la rive sud de l'O. Fama au pied des collines de Biltine. Il est très probable que ces dunes se rattachent à celle de la Mortcha S.-E. On se trouve donc en présence d'un véritable erg mort en grande partie très effacé, qui s'était formé jadis entre les pays de Bahr el Ghazal et de l'Ouadaï. Il devait s'étendre au sud jusqu'au **Batha**, car entre ce cours d'eau et l'O. el Oudeï le terrain continue à être composé d'étendues sablonneuses qui alternent avec des dépressions argileuses. Etant donné la structure de la partie septentrionale de la région il paraît légitime de voir là des restes d'anciennes formations dunaires. Le sol de la **lisière occidentale des hauteurs de l'Ouadaï,** la seule partie que nous ayons visitée, ne diffère pas beaucoup de celui du Batha, les collines rocheuses, souvent isolées, n'y apportant que des modifications locales. L'ensablement du massif de l'Ouadaï et surtout de la plaine située à l'ouest est probablement contemporain de la formation des ergs, actuellement morts, qui jalonnent la limite méridionale du grand Désert. Cette suite, particulièrement bien mise en lumière par Chudeau (*11*, p. 243), de formations désertiques situées de nos jours dans une zone relativement pluvieuse, peut donc être prolongée par les dunes de la Mortcha S.-E. et du Batha. Des dunes mortes se retrouvent d'ailleurs à l'est des hauteurs du Darfour, jusqu'au dessous du 14e parallèle (Maxwell-Darling, *19*).

A) Dans la **région d'Arada**, entre l'O. Fama et les monts de Biltine, la Mission a rencontré une suite de formations végétales un peu particulières.

a) au sud de l'O. Fama les dunes mortes succèdent au terrain dur de la région d'Oum Chalouba. Leur sol sablonneux est occupé sur une profondeur de 6 à 7 km. par une végétation spéciale (Photo 7, pl. V) qui probablement ne représente qu'une phase transitoire d'une flore intermédiaire, influencée par les modifications du climat.

Les Graminées y cèdent le pas aux Dicotylédones, représentées surtout par *Monsonia senegalensis* qui occupe la majeure partie du sol. Cette Géraniacée est suivie de loin par quelques Papilionacées :

---

(1) Louis et Monod (*16*) décrivent ces deux points extrêmes en ces termes : « C'est (O. el Kelb) une vallée très nette,... située entre les goz nord et sud qui sont formés de dunes longues, larges et basses, presque privées d'arbres » (p. 602).

« Au sud et nord de l'Ouadi Rimé, les goz qui le séparent respectivement de l'Ouadi el Oudeï et de l'Ouadi el Haddad sont loin d'être plats : les dunes sont particulièrement nettes dans les deux bandes centrales et davantage à l'ouest qu'à l'est » (p. 601).

Crotalaria arenaria,
Indigofera diphylla Vent.,
I. secundiflora Poir.,
I. aspera,
et *Alysicarpus vaginalis* D. C..

On rencontre aussi assez communément :
Cleome viscosa,
Polygala irregularis,
P. erioptera, D. C.,
Polycarpea linearifolia,
Pavonia Kotschyi,
Cassia Aschrek Forsk. (= *C. obovata* Collad.),
Tephrosia nubica,
Citrullus vulgaris Schrad.,
quelques petites Euphorbiacées,
Borreria (*Spermacoce*) *radiata* D. C.,
Heliotropium zeylanicum Lam.,
Bouchea marrubiifolia,
Sesamum alatum,
et *Ceratotheca sesamoides* Endl..

Parmi les Graminées c'est surtout *Aristida stipoides* qui se signale par ses panicules élevées et légères, surtout abondantes sur le sommet des dunes. Partout on rencontre des touffes mortes de *Panicum turgidum* parmi les vestiges desquelles pousse *Brachiaria* sp. (*distichophylla* Stapf ? N° 595). *Cenchrus biflorus* forme des peuplements denses dans les creux, particulièrement là où le sable est remué, comme le long de la piste; *Aristida mutabilis* est assez commun, de même que les touffes d'*A. pallida* et de *Cyperus cruentus,* plus rarement d'*A. papposa.* De loin en loin sont dispersés de petits arbres : *Leptadenia pyrotechnica* et *Acacia Raddiana.*

b) Plus au sud, les dunes se couvrent d'une prairie où domine *Schmidtia pappophoroides* accompagné des Graminées rencontrées dans la formation précédente; les touffes de *Panicum turgidum* sont vivantes. Parmi les Dicotylédones, seules *Alysicarpus vaginalis* et *Indigofera diphylla* continuent à être bien représentés. Les arbres sont plus nombreux.

c) Entre Arada et Biltine le sol reste sablonneux mais s'aplanit. Des essences plus variées y croissent espacées comme les arbres d'un préverger. Ce sont : *Maerua, Balanites, Acacia Raddiana, A. mellifera, A. laeta,* quelques rares *A. Senegal* (L.) Willd., *Faidherbia albida* généralement jeunes, *Capparis decidua* qui devient rare et *Cordia Gharaf* (= *C. Rothii*) qui par contre est abondant.

Entre les arbres s'étend une prairie de Graminées annuelles : *Schmidtia pappophoroides, Schoenefeldia gracilis* et *Aristida mutabilis* se disputent le terrain en formant souvent de vastes peuplements purs. Les Dicotylédones sont presque absentes, sauf *Polycarpea* spp. et *Geigeria acaulis* Benth. et Hook. (?). Au début d'octobre les herbes étaient sèches et à travers leurs tiges quoique drues on pouvait apercevoir le sol.

Ces prairies sablonneuses, de l'O. Fama à Biltine, sont coupées par des dépressions à caractère peu tranché, occupées par des cultures de petit mil et par des terres en friche envahies par le Cram-cram (*C. biflorus*) ou à fond nettement argileux avec des *Acacia Seyal, A. stenocarpa,* qui commence à devenir courant, et un gazon de *Schoenefeldia gracilis,* soit encore par des vallées boisées où de nouveaux arbres encore en petit nombre apparaissent: *Anogeissus Schimperi* Hochst., *Dalbergia melanoxylon* Guill. et Perr. et surtout *Commiphora africana* Engl. (= *Balsamodendron africanum* Arn.).

Il est à remarquer que des formations analogues : *Monsonia senegalensis* et *L. pyrotechnica* (a) ou arbres dispersés dans une prairie de *Sch. pappophoroides* (b), etc., ont été déjà rencontrées aux abords sud de l'Ennedi (O. Sini), ou à la limite de la Mortcha et des montagnes au N.-E. d'Oum Chalouba. On est tenté de généraliser et de considérer ces formations comme caractéristiques de la transition de la Mortcha mal arrosée aux régions sablonneuses du sud-est mieux arrosées, en raison de leur situation plus méridionale ou de leur altitude plus élevée. On remarque également dans la brochure de Louis et Monod (*16*) que c'est dans l'O. el Haddad, c'est-à-dire dans la zone de transition de la Mortcha centrale, que *M. senegalensis* est le plus abondant.

B) A partir de Biltine l'itinéraire de la Mission a pénétré dans une zone dans laquelle tout le sol est boisé à l'état normal. La brousse ne s'interrompt que pour laisser place à des cultures ou sur les espaces anciennement défrichés et maintenus à l'état de prairie parsemée de buissons et d'arbustes par les déprédations du bétail et par les feux de brousse (Photo 8, pl. V). Dans la Mortcha, la limite septentrionale de cette brousse dense ne doit pas dépasser O. el Haddad (*16,* p. 601). A l'ouest, elle est interrompue par la configuration spéciale du terrain du Bahr el Ghazal. Plus au nord, entre cette brousse dense et le désert, s'étend une zone d'arbres plus ou moins disséminés.

La bande de terrain au nord du Batha est formée, comme il a été dit, d'une succession d'étendues sablonneuses, parfois légèrement ondulées (a), et de parcelles plus basses, sol plat et argileux (b). On rencontre aussi des dépresisons plus nettes, les lits des rivières temporaires et des sortes d'ouadis avec des mares (c).

a) Les parties élevées sont assez diversement boisées; tantôt c'est la

brousse où prédomine souvent *Commiphora africana*, mélangé de la plupart des essences que nous avons rencontrées précédemment, tantôt ce sont des espaces assez découverts (voir photo 8, pl. V), parsemés de buissons plutôt que d'arbres :

Guiera senegalensis Lam.,
Combretum sp. (*glutinosum* Perr.? N° 634),
Boscia senegalensis,
Calotropis procera,

auxquelles s'ajoutent en quantité moindre :

Bauhinia rufescens,
B. reticulata D. C.

et quelques arbres : des Acacias et une Mimosacée inerme, à grandes feuilles bipennées veloutées et à gousses plates (N° 663). Cet arbre de taille moyenne et surtout abondant dans l'Ouadaï et ne se rencontre plus à l'ouest d'Ati.

Au nord d'Abéché, il existe un vrai bois d'*Acacia Senegal* mélangé d'*A. laeta*.

Dans toutes ses formations le sol, plus ou moins meuble, formé de sable poussiéreux grisâtre, est couvert d un tapis herbeux composé surtout de plantes annuelles. Les herbes vivaces, représentées par des Andropogonées dont la plupart des espèces sont absentes plus au nord, sont limitées à de petits îlots.

La prairie annuelle, quoique de composition variable, est caractérisée partout par la diversité des espèces, l'abondance des Dicotylédones, et la présence d'*Eragrostis*. Les Graminées qui prennent le plus d'extension sont :

Eragrostis tremula,
Schoenefeldia gracilis,
Aristida mutabilis et
A. stipoides

puis viennent :

Hyparrhenia sp. (N° 548, remarquable par sa teinte rouge),
Ctenium elegans Kunth,
Pennisetum pedicellatum Trin. surtout fréquent sur le pourtour des broussailles,
Cenchrus biflorus,
Loudetia (*Trichopteryx*) *hordeiformis* C. E. Hubbard,
Eragrostis pilosa,
Chloris Prieurii,
Dactyloctenium aegyptium
la plupart des Stipées vues plus haut, etc...

Les Dicotylédones, pour la plupart des Légumineuses, les plus communes sont :

Polycarpea spp.,
Cassia nigricans,
C. mimosoides L.,
Indigofera astragalina D. C.,
I. secundiflora,
Crotalaria microcarpa Hochst.,
Alysicarpus vaginalis,
Zornia diphylla Pers.,
Mitracarpus scaber,
Borreria radiata, etc...

b) Les dépressions plates argileuses sont en grande partie boisées d'*Acacia stenocarpa* à écorce rouge ou verte, (*A. Seyal* qui affectionnait les stations de ce genre encore à Arada, est devenu rare et délaisse les bas-fonds). Sur les clairières et aussi sous les arbres croît un gazon de *Sch. gracilis* mélangé de *Borreria* (*Spermacoce*) spp. (dont N°719 *ter*) et parfois d'*Aristida adscensionis,*

Echinochloa colona Link.,
Brachiaria (*pubiflora* Stapf ?),
Cyperus sp. (N° 735), etc...

Sur la rive nord, basse et argileuse du Batha, près d'Oum Hadjer, nous avons rencontré un grand peuplement de doums — *Hyphaene thebaica* — sous la forme naine, ou sous celle de grands palmiers fourchus, peu fréquents ailleurs. Cette formation s'est probablement établie là par suite des dégradations continues par l'homme.

c) Les lits de rivières et les mares sont marqués par la présence de grands arbres :

Anogeissus Schimperi,
Acacia scorpioides,
A. stenocarpa,
Combretum sp. (*glutinosum*?)

qui ne semble différer de celui des dunes que par sa grande taille,

Ziziphus spp.,

parfois *Tamarindus indica* L., etc.

On y rencontre aussi des espèces buissonnantes, confinées sous cette latitude aux endroits frais :

Feretia canthioides Hiern.,
Phyllanthus floribundus Muell. Arg.,
Crateva Adansonii D. C. (rare),
Acacia ataxacantha D. C.,

Grewia flavescens Juss.,
G. bicolor Juss., etc...

En sous-bois ou sur les clairières on trouve surtout les hauts

Sesbania sp.,
Æschynomene indica,
Melochia corchorifolia et
Hygrophila spinosa T. Anders.,

de vastes peuplements de l'odorant

Bergia guineensis Hutch. et J. M. Dalz. (= *B. suffructicosa* Oliv.) et aussi
Alternanthera nodiflora,
Sida alba L.,
Cassia Tora L.,
C. Absus L., etc...

puis les Graminées :

Vetiveria nigricans Stapf,
Eragrostis Cambessediana Steud.,
Elytrophorus spicatus (Willd.) A. Camus (= *E. articulatus* P. Beauv.),
Panicum spp.

et dans l'eau

Oryza Barthii A. Chev. et
O. breviligulata Chev. et Roerich..

C) Il m'a paru possible de faire entrer la végétation des vallées de la partie visitée du **massif de l'Ouadaï** dans la description générale qu'on vient de lire (1).

---

(1) Nachtigal, dans son énumération des végétaux de l'Ouadaï (23 p. 63) confond également les régions du Batha et de l'Ouadaï qui faisaient alors partie du même empire.

Dans une description plus générale cet auteur écrit : « Dans le nord le sol rocheux et stérile domine souvent, l'eau manque; à l'est et au centre le pays est montagneux; toutefois le sol est souvent léger, sablonneux et l'eau est abondante. Le sud, enfin, est caractérisé par un sol argileux et gras » (p. 60).

« Dans certaines parties du royaume, comme au Tama, dont le nord, l'ouest et le sud sont couverts d'assez épaisses forêts, la végétation arborescente est très importante, mais dans beaucoup d'autres, dans le pays des Mimi's par exemple, elle fait totalement défaut » (p. 60). La carte de Nachtigal place le pays des Mimi's entre Biltine et Abéché, région qui de nos jours est plutôt broussailleuse.

Tilho, (*31*, pp. 410-411) : « Le Dar Tama est constitué par un plateau granitique, d'une altitude moyenne de 900 à 1.000 mètres environ, dominé par une série de pics isolés,... C'est un pays d'aspect agréable, coupé de nombreuses vallées boisées, où pendant quelques semaines seulement chaque année coulent des rivières... ».

Il ne me reste donc qu'à ajouter quelques mots sur la flore des collines rocheuses (1).

Ces collines, parfois de véritables pitons, sont couvertes de végétation. La plupart des plantes de la plaine environnante se retrouve sur les pentes, mais c'est *Commiphora africana* qui y prend une extension tout à fait particulière et recouvre la partie inférieure des collines d'une brousse serrée. C'est également sur leurs flancs que nous avons rencontré en plus grande abondance qu'ailleurs *Grewia villosa* Willd.. Une Graminée, *Hyparrhenia* sp. (N° 548) est souvent très abondante sur ces collines et sa teinte rouge à la fin de la végétation peut être facilement attribuée de loin à la nature du sol.

Le Kanem et le Bahr el Ghazal

Au nord du lac Tchad s'étend un ancien erg qui, malgré les divisions politiques, dont les principales sont le Kanem et le Bahr el Ghazal, n'en constitue pas moins un ensemble naturel homogène. Ses dunes se sont formées sous l'action de vents de direction générale N.E.-S.W. demeurés dominants encore à notre époque.

La limite de cette région où le relief dunaire est resté très net, est peu précise du côté N.-E. : elle passe (2) aux environs de Boufoumine entre Koal et Aourak, au nord de Fantarassou et par les régions du Soani et du Harr. Le pays des dunes est précédé au nord par le sol dur, plus ou moins argileux de la plaine de Chelim-Falanga et au N.-E. par les sables plats, fermes, de la partie septentrionale de la région du Bahr el Ghazal, à cheval sur le Saro, et de la région de Guety. Dans ces deux dernières régions des cuvettes circulaires, de plus en plus nombreuses vers le S.W., font la transition aux ouadis du Bahr el Ghazal. A la hauteur de Ziguéi et de Koulounga on trouve des collines rocheuses plus ou moins ensablées.

La limite sud de l'ancien erg est très nette et remarquablement rectiligne. Elle passe, en A.E.F. du moins, vers le 13e parallèle. Dans le lac Tchad, la carte de la Mission Tilho indique au nord de ce parallèle la présence d'un archipel dont les îles ne sont autre chose que les crêtes des dunes en partie submergées, (*26* et *28*) et, au sud, se trouve la zone marécageuse. Sur la terre ferme, la limite entre le terrain argileux et plat du sud et les dunes du nord peut être située

---

(1) Je n'ai pas eu la possibilité d'herboriser suffisamment sur les collines rocheuses de l'Ouadaï, et les quelques petites plantes qui paraissent affectionner cet habitat n'ont pas pu encore être déterminées.

(2) D'après les renseignements de divers auteurs, la carte de la Mission Tilho, la description de Louis et Monod et les observations de notre Mission.

à une dizaine de kilomètres au nord du même parallèle; de l'ouest à l'est elle passe aux environs des points suivants : Volirom (Mission), Bir Akouti, Rhad-Deriz (Tilho) et Djeméné (Mission).

Aux dunes du Kanem succèdent vers l'ouest celles du Chitati et du Manga, régions qui se continuent en A.O.F., puis, avec quelques interruptions, des formations analogues se prolongent à travers toute l'Afrique (voir carte de Chudeau *II*, 243).

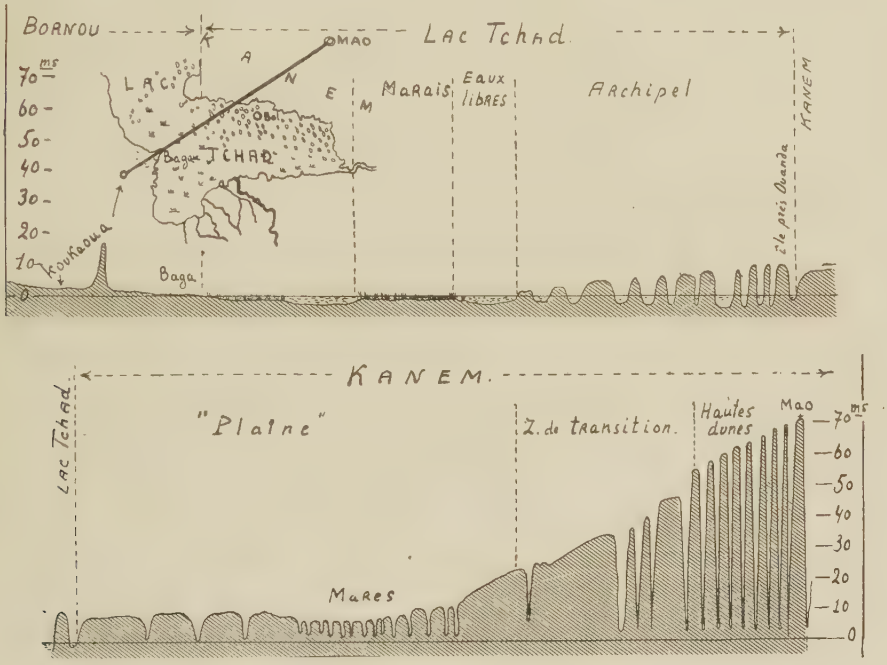


Fig. 4. — Profil théorique du Tchad et du Kanem de Koukaoua à Mao (d'après Tilho *26*, pl. V). Les hauteurs marquées en mètres partent du niveau du lac Tchad.

Entre l'époque où le climat saharien s'avançait assez vers le sud pour permettre la formation de la suite d'ergs en question, et la nôtre, la nappe d'eau du Tchad actuel a été plus étendue : c'est pourquoi la région qui nous occupe (1) non seulement doit être considérée

(1) Garde a montré que les dépôts lacustres y reposent sur un substratum dunaire (*13*).

comme un « erg fossile », s'étant lui-même formé sur une plus ancienne zone d'épandage, mais aussi, du moins en partie, « apparaît comme un ancien archipel » (Tilho *28*, p. 22).

Actuellement le Kanem et les régions analogues constituent une contrée où les dunes plus ou moins émoussées, formant parfois des sortes de plateaux sablonneux assez étendus — *le goz* —, alternent avec des dépressions à fond plat argileux — *les ouadis* (1).

Tilho distingue dans le Kanem, à mesure qu'on s'éloigne du lac Tchad, trois zones (2) : la plaine ou la zone des mares, la zone intermédiaire et la zone des hautes dunes (fig. 4).

Sur la rive orientale du Soro nous avons vu des dunes très peu altérées (v. Photo 9, pl. V). Elles y deviennent également plus hautes quand on s'avance vers le nord. Au sud, au contraire, à l'approche du 15° parallèle, les dunes sont moins hautes et les ouadis prennent la forme de cuvettes.

La végétation du Kanem et du Bahr el Ghazal dépend étroitement du relief particulier de ces pays. En général, la végétation arbustive est limitée aux ouadis et elle est d'autant plus luxuriante que leur fond est plus bas, donc plus proche de la nappe souterraine. Quand le fond se trouve au-dessous du niveau de cette nappe — ce qui n'arrive que près du lac —, il y a des mares permanentes. Ailleurs, il se forme un peu partout des mares d'hivernage au moment des pluies. Quand la nappe souterraine est proche, l'eau remonte et, en s'évaporant, laisse un dépôt salin — le natron, de composition très variable, mais, dans le sud du Kanem au moins, riche en CO^3Na^2 (*13*). Enfin, à proximité du lac, les ouadis s'emplissent plus ou moins d'eau selon la saison et se confondent avec les bahrs de l'archipel du Tchad. Les dunes, à part le « rtem » (*Leptadenia pyrotechnica*), surtout abondant dans la partie moyenne, sont le plus souvent dépourvues d'arbres ou les arbres y sont très espacés là où le goz forme des plateaux. Dans la partie méridionale, sur les dunes, s'étend une steppe d'herbes vivaces,

(1) « Les Ouadi, sillon un peu en contre-bas de la plaine, large de 100 mètres à plusieurs kilomètres,... qui décrit des méandres nombreux, s'élargit en cuvette ou se rétrécit, et dans lequel il se forme parfois des lagunes en hivernage. A l'assèchement de ces lagunes le sol noir se fendille, ou bien une couche noirâtre de natron se dépose et donne l'aspect d'une boue gelée. »

« Dans l'ensemble les dépressions communiquent souvent entre elles, mais il existe aussi de nombreux systèmes isolés ». (Chevalier, 3, p. 396).

(2) Entre Bol et Mao, où j'ai traversé ces trois formations, le pays présente l'aspect suivant : dans la « plaine », à une zone littorale assez boisée succède une steppe peu accidentée, presque sans arbres, sauf quelques rangées de doums, et une végétation plus riche dans deux mares encaissées.

La « zone intermédiaire » est boisée, puis la végétation vivace, arbustive (sauf les rtems), et herbacée disparaît sur les « hautes dunes » de Mao.

d'Andropogonées principalement; plus au nord, le sable est nu en hiver et se recouvre au moment des pluies d'une végétation annuelle.

La végétation des dunes (1).

C'est à l'est du Soro que nous avons pu voir le mieux les plantes des dunes, y étant passés à une époque relativement favorable, à la fin de novembre. Les Graminées annuelles et les hampes florales des Graminées vivaces étaient déjà desséchées mais facilement reconnaissables.

Aux environs de Bir Hedjilidj la steppe comprenait les herbes suivantes :

Andropogon sp. (N° 900), dominant, surtout sur les crêtes,
Andropogon gayanus Kunth (surtout la var. *argyrophaeus* Stapf), se rencontrant principalement vers les ouadis,
Cymbopogon giganteus Chiov. qui devient parfois dominant,
Aristida sp. (*A. pallida* ou *A. longiflora* Schum. et Thonn.? ou peut-être les deux espèces, N^{os} 903/910).
Panicum turgidum, apparaissant par endroits,
Cyperus cruentus, répandu partout, ainsi que
Cyperus sp. (512);

entre les touffes de ces espèces vivaces, on rencontrait en novembre les restes des plantes annuelles suivantes :

Eragrostis tremula et *E.* sp. assez abondants partout,
Hyparrhenia sp. (548),
Aristida stipoides,
Cenchrus biflorus, qui devient abondant dans certaines stations spéciales, sous quelque arbre isolé, par exemple, parce que le sable y est remué par les gazelles qui y font la sieste,
Cenchrus Prieurii, rare,
Polycarpea sp. (prob. *P. linearifolia*), commun, ainsi que
Mitracarpus scaber,
et *Borreria* sp.

Ailleurs, surtout là où le goz s'abaisse un peu, on peut trouver en plus ou moins grande quantité :

Requienia obcordata,
Crozophora Brocchiana Vis.,

(1) Chevalier (3, p. 396), qui a visité le Kanem surtout entre N'Gouri et Mondo, écrit les lignes suivantes à propos de la définition du goz de cette région : « grande steppe dénudée, aux rares touffes d'herbe à souches vivaces et au court gazon de plantes annuelles de juillet à la fin de septembre. »

Blepharis linariaefolia Pers.,
Aristida mutabilis, etc...

Le trajet Messakori - Bol - Mao - Ziguei a été effectué au début de la saison des pluies, en juin-juillet, époque à laquelle la végétation herbacée datant de la saison précédente était en très mauvais état. Cependant les touffes des herbes vivaces, les mêmes que celles de la liste précédente, plus un *Hyparrhenia* sp. (N^{os} 146/178), montraient quelques feuilles vertes.

A la sortie de la brousse de Massakori, *C. giganteus* est très abondant et ses touffes laissent peu de place aux plantes annuelles. Des tornades locales précoces s'étant abattues sur quelques points au début de juillet, on pouvait trouver sur des dunes de Méligoum, de Youkou et de Kinemokadi de jeunes plantes annuelles, parmi lesquelles :

Sesamum alatum,
Limeum viscosum Fenzl.,
Gisekia pharnaceoides,
Tribulus terrestris,
Heliotropium strigosum,
Ipomoea dissecta,
Cenchrus biflorus,
Brachiaria deflexa (= *B. regularis*),
Blepharis linariaefolia

et de très jeunes Commelinacées et Papilionacées.

A la même époque fleurissaient sur les dunes *Dipcadi* sp. (N° 128) et *Pancratium trianthum* Herb..

Un peu au sud de Moussoro et de Rao les touffes vivaces disparaissent, sauf celles assez rares de *P. turgidum*. Mais à la chute des pluies, les dunes nues au printemps se couvrent d'une prairie annuelle (1), où les pâturages d'« askanit » (*C. biflorus*), jouent un rôle important. A Moussoro, en novembre, on retrouvait les vestiges des plantes annuelles signalées déjà, plus *Schoenefeldia gracilis*. A Mao à la mi-juillet les dunes étaient absolument nues, à part des rtems dispersés. Un peu au nord, on rencontrait *Aristida funiculata*, *A. stipoides*, *B. linariaefolia*, *Tragus racemosus* et des touffes de *P. turgidum*.

La disparition de la végétation (2) vivace coïncide à la fois avec la

(1) La levée des plantes annuelles est très rapide; le capitaine Lauzanne (de la Mission Tilho) a vu près de Moull, une dune, nue le 2 août, couverte de végétation cinq jours après.

(2) Le changement dans la composition de la steppe a été observé par nous à l'approche de deux centres importants, Mao et Moussoro, et au premier abord on est tenté de l'attribuer à la dégradation intensive exercée par des troupeaux très nombreux surtout à Moussoro. Mais plus au nord on ne retrouve plus d'Andropogonées en abondance. De plus, Nachtigal signale au Bir Alali des dunes sans herbe (en hiver).

réduction des chutes annuelles de pluies et l'augmentation de la hauteur des dunes.

Les dunes ne sont pas partout dépourvues d'arbres (1). Au cours de nos déplacements nous n'avons pas rencontré de goz boisé dans la région de Bahr-el-Ghazal. Par contre entre Bol et Zigueï la végétation arbustive des ouadis se répand fréquemment sur les dunes. Sur 6 à 8 kil., en bordure du lac, on traverse une brousse parsemée d'arbres espacés de 50 mètres environ. En voici la composition le long d'un tronçon du parcours, à titre d'exemple :

Salvadora persica	39
Leptadenia pyrotechnica	29
Acacia Raddiana	17
Maerua crassifolia	9
Balanites aegytiaca	3
Cadaba farinosa	2
Acacia Senegal	1
	100

Entre Keliganga et Youkou, dans la « zone de transition » (2), j'ai traversé durant une demi-journée, d'abord une brousse de *Commiphora africana* espacés d'une trentaine de mètres, puis un pré-verger d'arbres plus grands, distants de 70-100 mètres où figuraient dans l'ordre de fréquence : *Balanites, Acacia Senegal* et *A. Raddiana.* On retrouve la même formation avec de nombreux *Leptadenia pyrotechnica,* au nord de Mao.

Les Ouadis.

Les types de végétation des ouadis sont assez variés et leur répartition est assez capricieuse. On peut cependant essayer de la schématiser après avoir rappelé l'allure générale du relief de la contrée qui nous occupe. Au centre une région de hautes dunes et de profonds ouadis (3) entourée d'une zone de dunes plus basses, d'orientation moins précise,

---

(1) La carte de la Mission Tilho (1re et 2e feuilles) donne des indications intéressantes sur la répartition de la végétation au nord et au n.-e. du lac Tchad.

(2) Il ne faut pas généraliser cette remarque, car cette zone est définie d'autre part : « ... grande étendue sablonneuse d'aspect uniforme où l'eau est rare; la végétation arbustive y est réduite à quelques buissons de *rtem* et à de rares *hedjilidjs* (*B. aegyptiaca*); par contre, la végétation herbacée y est abondante ». (Tilho, *28*, Légende d'une photo, p. 20).

(3) « Les dunes sont généralement d'autant plus élevées au-dessus du niveau moyen de la plaine sablonneuse que les dépressions qu'elles bordent sont plus profondes... » (Tilho, *27*, p. 16).

qui finit par des terrains ondulés ou presque plats où à la place des ouadis se rencontrent surtout des cuvettes.

Dans la zone centrale les ouadis renferment une végétation luxuriante, d'épais fourrés, de palmeraies, de cultures, notamment dans la région de Lilloa. Ces riches ouadis se retrouvent aussi dans la zone littorale et s'avancent dans la région méridionale, moins favorisée ailleurs, grâce au sillon du Bahr el Ghazal.

Les cuvettes de la périphérie de l'ancien erg sont diversement boisées.

Fig. 5. — Schémas des Ouadis du Kanem et du Bahr el Ghazal.
A, d'après l'o. de Chérap, avec une mare au centre et fond dénudé;
B. d'après l'o. d'Amérom, avec tache de natron au centre;
C, d'après l'o. de Bir Hedjilidj, avec un fourré épais.

Celles de la partie la plus méridionale, de la rive est du lac Tchad jusqu'au Harr y compris, contiennent surtout des palmiers doums, mais quand les dépressions sont plus vastes leur fond plat est généralement dénudé et la brousse se trouve rejetée sur les pentes.

Dans la partie septentrionale, où a lieu le passage à la région à sol plat et ferme, la distinction est moins tranchée entre le goz et les

ouadis. Les épineux largement éparpillés sur le goz sont plus nombreux dans les cuvettes, puis finissent par ne se rencontrer que là.

A proximité du lac il y a des ouadis qui contiennent de l'eau en permanence et possèdent une flore spéciale. Ce sont, soit des bras du lac, soit des mares isolées.

Les quelques exemples suivants donneront une idée plus nette de la végétation des divers ouadis.

Fig. 6. — Schéma des ouadis du Kanem et du Bahr el Ghazal.
D, Cuvettes à palmier doums (Volirom et Chaoui) ;
E, Ouadi avec mare permanente au N.E. de Bol; ;
F, Une île du Tchad près Bol.

A) (1) La transition du goz à l'ouadi a été notée plus spécialement entre Gabiné et Cherap, dans la partie orientale de l'Erg.

Aux grandes Andropogonées presque pures sur les hautes dunes (a) se mêlent, quand le goz s'abaisse (b), diverses autres plantes déjà énumérées.

(1) Les lettres des paragraphes correspondent aux légendes des fig. 5 et 6.

Cymbopogon proximus apparaît dès que l'inclinaison s'accentue et forme en bas de la pente, où le sol est silico-argileux, des peuplements denses remarquables par leur teinte rousse.

Presque dans tous les ouadis les pentes (c) sont boisées. Ce sont tous les arbres communs de la région qui s'y donnent rendez-vous. Je les rappellerai ici :

Hyphaene thebaica, le plus abondant,
Balanites aegyptiaca,
Maerua crassifolia,
Capparis decidua,
Acacia Senegal,
A. Raddiana,
Commiphora africana,
Bauhinia reticulata, etc...

Dans la région où est pris cet exemple, le fond des ouadis est souvent dénudé. En bordure il contient une prairie plus ou moins broussailleuse (d) composée de Graminées annuelles communes : *Schoenefeldia, Aristida* spp., *Eragrostis,* etc... (d). Il peut exister dans cette partie des boqueteaux d'*Acacia stenocarpa,* mais le plus souvent ce ne sont que des buissons clairsemés de *Boscia senegalensis* et de *Salvadora persica.*

L'aire centrale humide (e), peut contenir une mare avec quelques *Acacia scorpioides.* J'ai noté sur la terre craquelée de la périphérie vers le centre les herbes suivantes :

Eriochloa acrotricha Hack. (annuelle),
Sporobolus robustus (vivace),
Diplachne fusca Beauv. (annuelle) et
des Cypéracées vivaces (N^{os} 875 et 876).

Dans des stations analogues on peut aussi rencontrer

Chloris Prieurii et
Eragrostis pilosa.

B) Dans le sud du Kanem, où j'ai rencontré des ouadis semblables, leur centre était en général occupé par une tache natronée dénudée autour de laquelle s'aventurait seul *Sporobolus spicatus* Kunth, entouré à son tour de *S. robustus* (c).

C) Pour des raisons qu'il faut rechercher dans le mode d'irrigation, et dans le degré de salure de l'eau, dans une même région on peut rencontrer des ouadis à fond dénudé et d'autres à brousse impénétrable.

Un des plus riches ouadis que nous ayons rencontrés est celui de

Bir Hedjilidj, à une demi-journée de marche au S.-W. de Moussoro. A côté des arbres de la liste précédente (A-c) ont été remarqués :

Acacia scorpioides,
Faidherbia albida,
Tamarindus indica,
Bauhinia rufescens,
Acacia nefasia Schweinf. (= *A. verrugera* Schweinf.), var. type et var. *Rogeoni* A. Chev.,
Cadaba farinosa,
Ziziphus spp.,
Kigelia aethiopica Decne,
Phyllanthus floribundus,
Anogeissus sp. (?)

et même des « rôniers », *Borassus aethiopum* Mart. (= *B. flabellifer* L.).

Tous ces arbres, dont plusieurs dépassent de beaucoup la taille habituelle des épineux de la brousse, sont enlacés de lianes :

Cocculus pendulus Diels qui atteint un très grand développement (troncs gros comme une cuisse),
Capparis sp. (aff. *C. corymbosa*),
Acacia ataxacantha

et diverses Asclépiadacées.

A l'ombre de cette véritable forêt trouvent asile quelques espèces qui, dans la région, ne se rencontrent pas ailleurs :

Wissadula amplissima var. *rostrata* R. E. Fries,
Sida alba,
Hibiscus pseudohirtus Hochr.,
H. lunariifolius Willd.,
diverses Curcurbitacées,
Physalis angulata L.,
Solanum anomalum, etc...,
Anticharis linearis et *Tribulus terrestris* préférant les clairières sableuses,

et *Pennisetum pedicellatum,* la broussaille.

D) Dans les ouadis qu'on vient de voir il y a deux éléments bien distincts : les pentes et le fond plat. Dans les dépressions de moindre importance, le fond se réduit et peut disparaître, de sorte qu'on ne rencontre plus que la végétation des pentes. Ainsi au nord de Massakori, les ouadis sont réduits à des cuvettes à fourrés de palmiers doums (a) tranchant sur une steppe de *Cymbopogon giganteus* (voir photo 10, pl. V); puis à partir de Chaoui on retourne progressivement aux ouadis à fond plat dénudé (b).

Dans le Bahr el Ghazal, au sud de Moussoro, ainsi que vers Amérom près du lac, autour de « doums », se trouve une ceinture de *Commiphora africana,* séparée elle-même de la steppe par une marge de *Cymbopogon proximus.* Si la cuvette est très peu accentuée, les doums eux-mêmes font défaut et il ne reste qu'un boqueteau de *C. africana.*

E) Dans les mares de la plaine du Kanem, et dans les ouadis de la zone littorale (1), où pénètrent les eaux du lac, le fond contient des peuplements denses de *Phragmites communis* auxquels peut se mêler *Typha australis* Schum. et Thonn. Dans tous les ouadis de ce type, que j'ai rencontrés, les pentes des dunes s'élevaient brusquement en ne laissant entre l'eau (c) et le sable sec (a), qu'une très étroite zone intermédiaire (b) représentée par 3 ou 4 mètres de gazon de *Cynodon Dactylon* Pers. avec quelques petites Cypéracées.

Dans la même région il m'est arrivé de rencontrer des ouadis contenant des boqueteaux de grands Acacias (*A. nefasia* et *A. Sieberiana* D. C.). Il y a aussi beaucoup d'ouadis dont le fond est défriché et occupé par des cultures; dans d'autres, à la place, probablement des champs abandonnés, se rencontrent des broussailles: *Salvadora persica, Pluchea ovalis* D. C., *Salsola* (*foetida* Del.?), et des massifs de *Phragmites communis* là où l'eau affleure. Çà et là des taches toujours restreintes de gazon de *Cynodon Dactylon* ou, si le sol est natronné de *Sporobolus robustus.*

F) Les îles du Tchad visitées près de Bol ont un relief assez accentué. Les arbres sont rares dans leur partie centrale, principalement par suite de l'action de l'homme et du bétail. Sur ces espaces dégradés *Calotropis procera* est très commun. Les rivages sont au contraire boisés de façon dense. *Herminiera elaphroxylon* Guill. et Perr. y croît le pied dans l'eau. Près du bord il existe presque partout une bordure de roseaux et, en eau plus profonde, de *Cyperus Papyrus* L..

Ces bahrs ont près de 4 mètres de profondeur, leurs rives sont partout suffisamment escarpées pour que les changements saisonniers du niveau n'intéressent qu'une étroite bande littorale. Le centre des îles, au début de juillet possédait une végétation aussi desséchée que les dunes du Kanem. Les inondations ne se font sentir que dans les fonds des ouadis débouchant dans le lac qui les envahit sur une longueur plus ou moins grande.

---

(1) Pour la description de la zone littorale de la partie septentrionale du lac, consulter Chudeau (*11*, p. 148) et surtout Tilho (*26*).

Le Chelim-Falanga, le Soro et la transition du Kanem au désert

En se dirigeant vers le nord, « 12 kilomètres environ avant d'atteindre Ziguéï, on ne trouve plus de dattiers dans les ouadis; on a l'impression d'avoir changé de pays... bien que la limite du Kanem dans cette direction soit Bou Foumin ».

« Après Ziguéi, les ouadis deviennent plus petits, moins profonds; leurs rives moins bien dessinées; ce ne sont que des cuvettes restreintes, dont le fond se trouve à des profondeurs variables, suivant le degré de comblement » (1).

En effet à la hauteur de Zigueï on assiste à la fois à une transformation de la nature du terrain comme du climat. Il n'y a plus de dunes régulières du Kanem. Un peu au sud du poste on rencontre des collines qui semblent avoir une armature rocheuse. Zigueï est également à la limite extrême des cultures non irriguées; les récoltes du pénicillaire, petit mil des dunes, y sont très aléatoires. En même temps il se produit des changements dans la végétation.

Les arbres — *Acacia Raddiana, Leptadenia pyrotechnica, Maerua crassifolia,* sont clairsemés et rabougris. Les « hedjilidjs » (*Balanites aegyptiaca*) et quelques Jujubiers ne se rencontrent que dans les ouadis les plus accusés. Mais il apparaît une essence nouvelle, *Commiphora quadricincta,* qui vient remplacer *C. africana* disparu vers Mao.

végétation herbacée vivace, réapparue au nord de Mao, prend une allure contractée; les touffes de :

Cyperus cruentus,
Panicum turgidum,
Aristida pallida, et
A. papposa se trouvent limitées à des thalwegs.

Les jeunes herbes annuelles qui commençaient à peine à pointer le 20 juillet étaient encore indéterminables, mais on reconnaisait à leurs vestiges de la saison précédente *A. mutabilis* et *A. stipoides.*

A 6 kilomètres au nord de Zigueï, Audoin avait rencontré les derniers doums avant l'Egueï.

Au nord de Boufoumine, qui est un large ouadi à pentes boisées avec un puits de 12-13 mètres de profondeur, on aborde **Chelim Falanga.** « Un plateau sans relief sensible, à l'altitude du sommet des dunes précédentes » et dont « le sol est de sable à petits grains de gravier » (Audoin).

---

(1) Citation empruntée au journal de route du Lieutenant de vaisseau Adouin (Tilho, *28,* p. 64).

La végétation du Chelim Falanga, traversé de Boufoumine à Benedressou (puits de l'Egueï au S.-W. d Hacha) se présente ainsi :

Dans la partie méridionale les arbres sont régulièrement disséminés tous les 50-100 mètres; ce sont principalement *A. Raddiana, C. quadricincta* et *M. crassifolia; Leptadenia pyrotechnica* réapparaît parfois. Au nord de Boufoumine les herbes sont hautes et abondantes, puis les touffes vivaces s'espacent de plus en plus. A la liste donnée pour Zigueï il faut ajouter *Ærva persica* qui devient fréquent, et *Andropogon* sp. (N° 217), ainsi que *Lithospermum callosum* Vahl.

Les plantes annuelles, trouvées desséchées et parmi lesquelles on pouvait encore reconnaître *Aristida mutabilis, A. adscensionis* et *Blepharis* sp. étaient réparties en plages.

A mi-chemin entre Boufoumine et l'Egueï, dans un ravin, j'ai rencontré, très au nord de leur habitat normal, quelques buissons de *Cadaba farinosa,* parmi ceux de *Capparis decidua.*

Ensuite les arbres se font rares : de loin en loin quelques *Maerua, C. decidua,* encore moins d'*A. Raddiana.* Le sol est presque nu.

Puis apparaissent les plantes du désert : *Aristida plumosa* et *Cornulaca monacantha.* « Le sol est couvert de petits monticules de sable élevés par le vent à l'abri de chaque touffe d'herbe » (Audoin).

Enfin on descend dans les vallées de l'Egueï, encombrées de dunes vives, d'où souvent dépassent des branches de « Siwak » — *Salvadora persica* et de « Soueda » (N° 222). Entre les dunes croissent en abondance le « had », *Aristida pungens* et *Panicum turgidum.* Le gazon piquant d'« Akrich » — *Sporobolus spicatus* — marque les affleurement d'eau.

Dans les dépressions ensablées, limitées par de petites falaises de marne blanchâtre, légère et friable, subsistent quelques rares vieux arbres isolés : « Talhas » — (*A. Raddiana*), palmiers-doums et même un palmier-dattier.

La comparaison avec une description d'Audoin qui a traversé également le Chélim Falanga plus à l'est permet de supposer que cette contrée est assez homogène.

M. Zolotarevsky, chef de la Mission, qui a passé de Moussoro à la zone désertique en empruntant en partie le Soro résume ainsi ses observations (1).

« De Moussoro jusqu'à Titibéré la région est plate, coupée d'assez nombreux ouadis; la végétation est diffuse, l'herbe est sèche et réduite en menue paille, sauf *Panicum turgidum* dont les touffes se rencontrent

(1) Extrait d'un rapport non publié. D'autre part le sillon du Bahr el Ghazal a été longuement décrit par Tilho en particulier (28).

assez souvent au nord de Chraguen. La végétation arborescente relativement dense, se serrant dans les ouadis et laissant des clairières sur les terrains surélevés, est composée d'*Acacia Senegal, A. stenocarpa, A. Raddiana, Salvadora persica, Balanites aegytiaca.* En dehors des ouadis *Leptadenia pyrotechnica* croît en grand nombre. »

« Au nord de Titibéré, l'aspect de la région change. *Acacia Raddiana* devient prédominant, les arbres plus hauts et plus espacés. *Commiphora quadricincta* apparaît en petit nombre aux abords des dépressions. La végétation herbacée est moins haute qu'au sud de Titibéré; les touffes de *P. turgidum* deviennent moins nombreuses, *Schoenefeldia gracilis* et un *Aristida* de petite taille ainsi que *Blepharis* sp. font leur apparition en quantité considérable. Dans la région de Kountara quelques *Hyphaene thebaica* en voie de disparition. »

« Le sillon du Bahr el Ghazal a été atteint à la hauteur de Kounaï, ce sillon est bien marqué par une dépression couverte d'une végétation arborescente plus dense et plus haute qu'en dehors du sillon. Au nord de Koloumga, le Bahr el Ghazal s'étale en une vallée à bords moins précis, les arbres y sont en touffes : *Salvadora persica* et *Capparis decidua,* en voie de disparition; de nombreux grands troncs d'*Acacia* morts se rencontrent un peu partout. En dehors du Bahr s'étendent les plateaux couverts d'herbe sèche et d'arbres espacés : *A. Raddiana, B. aegytiaca, Maerua crassifolia,* quelques *S. persica.* »

« Au nord de Tellis, la végétation s'appauvrit brusquement, le sillon du Bahr el Ghazal est toujours marqué par une végétation arborescente en dépérissement; en dehors du Bahr les étendues nues deviennent importantes; les premières touffes de *Cornulaca monacantha* apparaissent; *P. turgidum,* en grosses touffes, est également fréquent. Les plaines sableuses sont couvertes par places d'un *Aristida* sp. de petite taille, très sec, les plantes s'effritant en menue paille au moindre frottement. Cette région désolée finit à l'approche de Koubba situé dans la partie basse du Bahr el Ghazal, près de la dépression du Djourab. La végétation herbacée est absente; les étendues sableuses sont très grandes, mais dans le sillon du Bahr et dans son voisinage, de beaux bosquets d'*A. Raddiana* sont nombreux. En dehors de cette espèce, réapparaissent dans le sillon *B. aegytiaca, C. decidua, Boscia senegalensis, M. crassifolia,* etc... en bon état de végétation, plusieurs arbres jeunes, *C. decidua* porte les fruits. La végétation herbacée est inexistante ou réduite à quelques touffes de *P. turgidum.* Les touffes de *C. monacantha* sont également sèches en grande partie. Cet aspect de la région persiste jusqu'aux abords de Koro-Toro, où le Bahr est très ensablé. »

A l'ouest de Boufoumine, le plateau à sol de sable ferme, caillouteux et plus ou moins argileux ne tarde pas à s'arrêter. Il faut emprunter

à Tilho (*28*, p. 19) la description de la zone de transition du Manga au Tintoumma, comprise « entre les parallèles de Béduram et de Djalagué » et « composée de dépressions de formes différentes dont le fond est souvent tapissé d'une couche de calcaire; ces dépressions sont bordées de mamelons de sable siliceux, sans orientation définie, de relief très variable (de 20 à 80 mètres), recouverts d'une flore mixte qui participe à la fois du régime saharien et de celui de la steppe. »

Tilho (*28*, p. 12) donne également une citation de Nachtigal, que je transcris en remplaçant les noms indigènes des plantes : « à Beduram s'achève la transition d'une zone à l'autre. Cette station aquifère ne présente plus le caractère d'une *hattija* dont l'aspect tranche sur les environs... aux rares bouquets d'arbres de steppe succède une forêt claire... où apparaissent des essences nouvelles : *Ziziphus* sp., *Z. Spina-Christi, Acacia Raddiana, A. Senegal, Faidherbia albida,* etc... ».

D'ailleurs la limite entre le désert et la zone sahélienne est mobile. Tilho (*28*) s'est attaché à citer des exemples qui montrent que la brousse peut non seulement perdre du terrain, mais aussi en regagner. Au passage de sa mission la zone désertique descendait jusqu'à Djalagué.

La région du Fitri

Le lac Fitrì occupe le fond d'une cuvette, séparée de celle du Tchad par un seuil marqué par les rochers de Hatma, d'Aouni et de Moïto (1). Plus au sud cependant, les deux dépressions semblent communiquer par la plaine basse de Baguirmi, alors qu'au nord elles voisinent avec le même erg mort. Le principal tributaire du lac Fitri est le Batha, qui prend sa source dans les montagnes de l'Ouadaï. Le lac Fitri est sujet, comme le Tchad, à des variations de niveau et c'est à l'ouest qu'il rencontre les terres les plus basses qui se transforment en fin d'hivernage en vaste lagunes. Les abords septentrionaux du lac Fitri, que la Mission a visités (Ati - Yao - Djeméné), pourraient être rattachés à la région naturelle du Batha. Cependant, au milieu des formations végétales déjà décrites on y rencontre des stations où les espèces à affinités soudanaises deviennent courante. La présence du lac y crée également des conditions spéciales. Dans ce chapitre on trouvera donc des notes concernant ces quelques aspects particuliers de la région.

A) Entre **Ati et Dougouss,** on rencontre des **dunes mortes** que recouvrent *Cymbopogon giganteus* et quelques autres Andropogonées. Cette steppe se distingue de celles du Bahr el Ghazal par les essences

(1) Tilho (*28*, p. 33) et Chevalier (*3*, p. 349) donnent quelques détails sur cette région accidentée.

arbustives qui y croissent disséminées.

En effet aux espèces courantes du Batha s'ajoutent en abondance:

Sclerocarya Birrea Hochst.,
Lannea (*Odina*) *fruticosa* Engl.,
Lannea sp. (N° 763)

et, plus rarement

Sorindeia juglandifolia Planch. (?) (1)
et *Cola* sp. (N° 775).

B) En aval d'Ati, le lit du Batha est marqué sur une assez grande largeur par de très gros arbres qui étonnent le voyageur venant du nord par leur vigueur et parfois aussi par l'absence d'épines.

Aux arbres habituels des régions déjà parcourues, parmi lesquels *Acacia scorpioides* tient une place importante par le nombre et par la vigueur de ses représentants, viennent se joindre :

Acacia nefasia (= *A. verrugera*),
Tamarindus indica,
Celtis integrifolia Lam. (?) (1),
Diospyros mespiliformis Hochst.,
Kigelia aethiopica, et d'autres encore.

Par contre, il se rencontre des stations sèches où on continue à voir un des Acacias qui remontent le plus au nord, *A. mellifera.*

C) **Le lac Fitri** lui-même a été visité à Yao (2).

Les abords du lac y sont dégradés par l'homme; le terrain déboisé et cultivé, s'abaissant de un ou de deux mètres, passe à la prairie qui s'avance loin dans le lac. Celui-ci est peu profond, mais possède une étendue d'eau libre assez considérable. Sur la bordure qui se trouvait émergée en novembre on rencontrait d'abord un gazon de *Cynodon Dactylon* puis, déjà dans la zone boueuse, *Brachiaria mutica* Stapf. et ensuite de vastes peuplements d'*Oryza Barthii* (3). Sur les espaces d'eau libre flottaient *Utricularia* sp. et *Eichornia natans* Solms.. En eau plus profonde, au riz sauvage se mêlaient *Echinochloa pyramidalis* Hitchc. et Chase, *E. Crus Pavonis* Schult., puis, par 1 mètre 50 de fond, *Vossia cuspidata* Griff. Parmi ces Graminées croissaient *Achyranthes aquatica* R. Br. et, signalés de loin par leurs grandes fleurs jaunes, *Æschyonomene* sp. (N° 793) et *Jussiaea pilosa* H. B. et K.. Les amas de cette dernière plante formaient des sortes de petites îles flottantes. Enfin en eau libre on voyait *Nymphea Lotus* L. et *N.* sp. (*Heudelotii* Planch.?).

---

(1) Cet arbre au moment de notre passage ne portait ni fleurs ni fruits.

(2) Pour la description générale cf. Tilho, *28,* pp. 35 et 36.

(3) Dans la zone boueuse on retrouve de plus la plupart des plantes des mares, qui seront décrites à propos de celle de Djéméné.

D) **La zone d'inondation.** — « ... C'est une immense plaine sans ondulation sensible; les eaux des pluies retenues par l'argile et privées d'écoulement se répandent sur de très grandes étendues, formant d'immenses marécages »...

« En saison sèche, la terre est crevassée profondément, rendant la marche pénible... En certains endroits seulement, on trouve sur cette terre noire une herbe courte et rare; ailleurs, elle est nue ou parsemée de *talhas* d'aspect chétif;... » (Tilho 28, p. 34-35).

Sur ces firkis nous avons recueilli, parmi des vestiges d'herbes méconnaissables, *Neptunia* (*Mimosa*) *prostrata* Baill., qui couvre d assez grandes surfaces. Sur la limite de cette zone d'inondation, ces terres craquelées n'occupent plus que des clairières, entourées par la brousse d'*Acacia stenocarpa,* que remplace, quand le sol est suffisamment élevé *Commiphora africana.*

A l'embouchure du Batha il y a de nombreux marigots contenant des peuplements de *Sorghum* sp. (N° 790) de plus de 2 mètres de hauteur. Une partie de ces terres, appelées « terres à berbère » est défrichée et cultivée par les indigènes.

E) A Agana on passe assez brusquement de la plaine argileuse où les parties les plus basses sont dénudées, aux dunes mortes où la végétation arbustive occupe au contraire les creux. Cependant il y a une **zone de transition d'Agana à Djéméné.** Les dunes y sont indistinctes, broussailleuses et leur flore est semblable à celle des espaces sablonneux du Batha, les dépressions sont vastes, quoique moins bien délimitées que les ouadis, et contiennent de grandes mares, qui persistent longtemps avec une flore qu'on ne retrouvera pas plus au nord. Voici un aperçu de la végétation de Djéméné qui a pu être étudiée un peu en détail :

La dépression au fond de laquelle se trouve la mare est boisée autour de la zone marécageuse et aussi, par endroits, dans le centre où seul s'avance *Acacia scorpioides* (L.) A. Chev. var. *nilotica* Benth. Ailleurs on trouve : *A. stenocarpa, A. Senegal, Capparis decidua, Ziziphus jujuba,* et quelques très gros *Tamarindus indica.*

Le sol argileux gris noirâtre du bas-fond est partagé entre deux formations nettement tranchées : parcelles à *Cyperus* sp. (N° 862) et celles à *Oryza Barthii.* A la fin de novembre le sol des premières était asséché, dur, déjà craquelé et très irrégulier; les parcelles à riz sauvage étaient plus humides, ou même franchement inondées.

En un endroit, le riz sauvage était dominé par le haut *Sorghum virgatum* Stapf.

Parmi ces trois plantes principales, on trouve mêlés des pieds isolés des espèces suivantes :

Celosia argentea L.,
Melochia corchorifolia,
Hibiscus penduriformis,
Sesbania sp.
Caperonia palustris St. Hil.;

toutes ces plantes atteignent et dépassent même 1 mètre, tandis que les suivantes, au contraire, sont cachées dans la prairie :

Ipomoea reptans Poir.,
Bergia guineensis

et *Ammannia senegalensis* Lam. spécial aux parcelles à *Cyperus* sp.

D'autres plantes ne se rencontrent qu'aux endroits laissés libres par le riz et le *Cyperus* : c'est la flore des rigoles et des espaces ombragés par les acacias :

Achyranthes aquatica,
Thalia geniculata L.,
Limnophyton obtusifolium Miq.

et plus particulièrement à l'ombre

Achyranthes aspera L.

et *Dinebra retroflexa*.

Autour, la prairie de plantes annuelles, parsemée de buissons repoussant après défrichement et les champs de mil descendent presque jusqu'en bas des pentes, et c'est une étroite bande de *Setaria pallidifusca* Stapf et Hubbard qui fait la transition de la végétation des dunes à celle du bas fond.

Les abords sud du lac Tchad

Au sud du 13e parallèle, comme il a déjà été dit, commence le domaine de la brousse uniforme du centre sahélien où, aux épineux bas, viennent s'ajouter en quantité de plus en plus grande quelques espèces plus méridionales: *Anogeissus* sp., *Mitragyna inermis* O. Kuntze et d'autres.

La rive même du lac, très confuse, est aussi boisée (1).

«La région **entre Fort-Lamy et Hadjer-el-Hamis et entre Hadjer-el-Hamis et Massakori** est plate, sablonneuse en grande partie, avec des bas-fonds argileux. Elle est coupée par plusieurs bahrs se remplissant d'eau à la saison des pluies et à l'époque des hautes eaux. »

---

(1) On trouvera ici simplement le résumé de nos notes de route. D'autre part les Missions Chevalier (*3*, p. 404) et Tilho (*26*) ont visité et décrit en partie ces contrées. Cependant les documents, français au moins, font défaut pour l'extrême-sud du Cameroun.

« La région est couverte d'une brousse clairsemée se transformant par places en savane. La végétation arborescente est peu haute, sur les terrains argileux elle est souvent groupée en peuplements relativement denses. Près des cours d'eau et près du lac, les arbres deviennent plus hauts et forment des groupements forestiers. La végétation herbacée, composée principalement d'Andropogonées, occupe les intervalles entre les arbres et remplit les clairières. »

« Les abords immédiats du lac sont très boisés, les Graminées s'y trouvent en grande quantité, mais les superficies découvertes, ne présentant que la végétation herbacée, sont rares et peu importantes. Une végétation herbacée dense émerge des eaux du lac qui atteignent les rives boisées, sans la transition d'une prairie, malgré la saison du retrait des eaux pendant laquelle cette région a été visitée. »

« Dans toute la région parcourue les Graminées ont été trouvées complètement desséchées, sauf dans le lac et dans les lits de quelques bahrs peu éloignés du lac ou du Chari et ayant conservé un peu d'eau » (1).

Les rives du Chari sont très boisées. On y remarque principalement les diverses espèces d'*Acacia,* quelques *Ficus, Kigelia aethiopica.* De nombreuses lianes enlacent les arbres proches de l'eau. En aval de Mani apparaissent de nombreux *Borassus aethiopum* (= *B. flabellifer*) et aussi des massifs bas et denses de *Mimosa asperata* L Vers l'intérieur des terres dominent des acacias et des hedjilidjs (*Balanites aegyptiaca*). Quand le rivage, souvent formé par une petite falaise de sable stratifié, s'abaisse, la brousse se trouve séparée de l'eau par une mince bordure de Graminées aquatiques, surtout *Vossia cuspidata.* On rencontre aussi de grandes plages de sable presque nues sauf quelques pieds isolés de *Cyperacae, Saccharus* sp., *Digitaria* sp., *Polygonum* spp. et enfin quelques Dicotylédones annuelles.

L'extrême nord du Cameroun, comme le définit bien la carte de la mission Tilho, est constitué par un « terrain argileux sans relief sensible, fendillé en saison sèche, en partie inondé et impraticable en hivernage ». Cette région est également très boisée; on y remarque surtout: *Balanites aegyptiaca, Ziziphus* sp., *Acacia Raddiana, A. Seyal* et *A. scorpioides* dans les bas-fonds, *Bauhinia rufescens, B. reticulata, Cordia Gharaf* forment de grands buissons. Plusieurs Capparidacées : *Capparis* sp. (*corymbosa* ?), *Cadaba farinosa, Maerua rigida, Boscia senegalensis* sont surtout bien représentées dans les parties rarement

(1) **Extrait d'un rapport non publié de M. Zolotarevsky.**

atteintes par les hautes eaux, *Crataeva Adansonii* croît au contraire en peuplements bas et denses dans les endroits plus frais, au bord du Serbewel notamment. Hormis quelques clairières déboisées pour les besoins de l'agriculture, les espaces découverts ne se rencontrent qu'en quelques points de la terre ferme à la limite de la brousse et du marais (cf. carte, Pl. VIII).

Si l'on choisit la zone de papyrus pour définir la limite du lac, le Tchad n'a pu être aperçu que quatre fois : à Hadjala-Zaï, à l'embouchure du Serbewel, à Alifa et, de très près, à Sagmé. Ailleurs on est arrêté par les ramifications imprénétrables du marais tchadien avant de pouvoir dépasser les espaces boisés plus ou moins solides prolongeant la brousse par des sortes d'îles. Il en est ainsi sur la rive droite du Taf-Taf à N'ganatir, au nord de Magala, de Junig, de Mafulso et de Bararaï où n'ont pu être visitées que des clairières marécageuses, plus ou moins grandes, avec parfois autour, une étroite bande de prairie. A Hadjéla-Zaï et à Halifa des échappées ont permis d'apercevoir une bande foncée de papyrus qui correspond probablement aux avancées du marais à eau plus profonde, aux bouches du Taf-Taf dans le premier cas, et à celles du Serbewel dans le second. A trois ou quatre heures de pirogue, en aval de N'gama, la brousse s'écarte des rives de ce dernier bras du Chari. La prairie qui la remplace comporte des parties fermes où l'on rencontre *Echinochloa pyramidalis* principalement; ailleurs ce ne sont que marigots dissimulés par de denses peuplements de *Vossia cuspidata* dont les racines enchevêtrées ne permettent guère de toucher le sol, même là où il n'y a momentanément point d'eau; par endroits, des bas-fonds à *Phragmites communis;* à Sagmé la prairie a parfois plus d'un kilomètre de large. A l'embouchure du N'gada il en est de même et de plus il y a de vastes cultures probablement établies sur des défrichements.

D'une façon schématique, soit sur les rives du lac, soit en bordure des poches marécageuses fermées à la brousse, on voit succéder une zone partiellement défrichée occupée par des cultures parmi lesquellles subsistent toujours des broussailles et souvent des arbres. Puis c'est une étroite bande engazonnée qui mène rapidement à la surface inondée. Au point de vue floristique, la succession est la suivante : dans les cultures, des enclaves d'*Imperata cylindrica* Beauv. qui semblent en occuper les parties abandonnées, puis un gazon de *Chloris Gayana* Kunth et de *Cynodon Dactylon,* en terre plus humide ou inondée presque en permanence on rencontre *Echinochloa pyramidalis, Brachiaria ramosa* Stapf et *Leersia* sp. Plus loin ce sont des Joncacées et des Cypéracées dont *Cyperus articulatus* L., *Sorghum* sp., de vastes étendues de *Vossia cuspidata* et enfin *Cyperus Papyrus* en eau profonde. En un

seul endroit, à Hadjala-Zaï, a été rencontré un espace sablonneux de quelque importance peuplé de *Cymbopogon giganteus*.

Dans la Nigeria (1), à l'angle S.-W. du lac Tchad la brousse s'écarte du lac en laissant place à des prairies où on retrouve les mêmes Graminées, qui y occupent souvent des parcelles distinctes, par suite de la plus ou moins grande influence des inondations et aussi du stade d'évolution des vieux champs abandonnés.

Cette année les eaux ont été exceptionnellement hautes. Tous les témoignages des indigènes au Cameroun concordaient à ce sujet. M. Golding l'a pu constater lui-même dans la région vue par lui les années précédentes. Le Cameroun fut traversé cette année un mois environ avant l'époque normale des plus basses eaux, or il n'était souvent pas possible de dépasser la ligne des hautes eaux tracée par v. Bulow en novembre 1902, et encore moins d'approcher les rives esquissées sur la carte de la Mission Tilho en 1908 et reproduites depuis sur diverses autres cartes.

Conclusion

Tous ceux qui ont eu à s'occuper de la végétation prédésertique ont été amenés, plus que les botanistes étudiant les autres régions, à fixer leur attention sur la délimitation des zones. Ils tentaient en effet de saisir les degrés de la transition, des contrées favorables à la végétation où les « formations sont complètes » le sol étant partout occupé par une flore dont la composition est une résultante de la concurrence vitale, — au désert où « la lutte pour l'existence est surtout dirigée contre les forces physiques » et où les formations sont « incomplètes » (2).

La zone prédésertique est justement celle où les deux facteurs, celui de la sélection résultant de la concurrence vitale et celui de la faculté d'adaptation à un milieu défavorable, coexistent sans qu'aucun d'eux ne prenne une importance primordiale.

A l'approche du désert nous voyons en effet disparaître des espèces (ou plus exactement des groupes d'espèces, ce qui facilite l'étude du phénomène) incapables de s'adapter. Mais la concurrence vitale persiste entre celles qui restent ou celles plus spécialisées qui apparaissent, conserve toute sa rigueur dans les stations particulièrement favorisées et se manifeste même dans les stations à formations clairsemées

---

(1) Pour la description de la végétation de Kalkala Cf. Golding, *14*. Je suis heureux de pouvoir remercier ici M. Golding, entomologiste de la Nigéria, qui au cours de notre voyage commun m'a fait profiter de son expérience acquise lors de ses études sur les Acridiens à Kalkala.

(2) Les expressions entre guillemets sont empruntées à Chudeau (*11*, p. 155).

(arbres en verger et *gissou*) où ce n'est plus tant la place qui est disputée que la réserve d'humidité.

A notre tour, nous essayerons donc de situer d'abord le territoire qui nous occupe par rapport aux zones générales intéressant toute la largeur du continent, puis de distinguer, parmi les régions qui ont été décrites séparément, les limites secondaires communes des divers groupements végétaux.

Plusieurs auteurs ont proposé des divisions phytogéographiques pour la moitié septentrionale de l'Afrique. Cependant le pays qui nous occupe ici est resté longtemps peu exploré au point de vue botanique et, sans enlever rien au mérite de ceux qui ont esquissé des cartes de la végétation de l'Afrique française, on peut dire que les limites intéressant le nord de la région du Tchad ont été tracées, à l'opposé de celles du reste de cet immense domaine, d'après des renseignements assez vagues. Nous sommes donc libres de négliger ces cartes et de nous en tenir de préférence aux définitions des diverses zones (1).

Rappelons d'abord l'équivalence approximative des noms donnés aux zones qui nous intéressent, par les auteurs qui se sont occupés en dernier lieu de la question.

Aug. Chevalier (*8*)		Th. Monod (*21*)	
Zone médio-saharienne	=	province saharo-africaine	
Zone saharo-méridionale (*pro parte*)	=	sous-province sahélo-désertique	Province saharo-sahélienne
Zone des steppes sahéliennes	=	sous-province sahélo-soudanaise	
Zone soudanaise	=	province soudanaise.	

Je me servirai surtout de la nomenclature de Monod qui présente, dans notre cas l'avantage de rapprocher les deux zones sahéliennes et de les distinguer nettement du désert proprement dit.

Le territoire envisagé dans cette étude rentre par définition dans la province saharo-sahélienne, en laissant au nord le Sahara proprement dit, où il ne pleut qu'accidentellement et qui peut être considéré comme débutant avec l'apparition du Had — *Cornulaca monacantha* Del., et au sud la zone soudanaise, caractérisée par le Karité — *Butyrospermum Parkii* Kotschy.

---

(1) Consulter pour ces définitions : Chevalier, *8*, p. 12-16; Chudeau, *11*, p. 141-148; Monod, *21*, p. 762-764.

Quant à la limite entre les deux sous-provinces elle passerait vers la ligne AA' (voir la carte Pl. X).

Il ne paraît pas possible pour notre région d'adopter telles quelles les listes proposées par Monod (*21*, p. 763), pour caractériser les mêmes zones du côté de l'Adrar des Iforas (1).

Dans la région du Tchad, la **sous-province sahélo-désertique** semble caractérisée par les espèces suivantes :

Commiphora quadricincta Schwfth. (= *C. airica* A. Chev.) (2),
Grewia betulifolia Juss.,
Acacia mellifera Benth.,
A. Seyal Del. (*sensu stricto*).

On y remarque abondance de Stipées (*Aristida papposa* Trin. et Rupr. et *A. funiculata* Trin. et Rupr. sont particulièrement caractéristiques), et également de sous-arbrisseaux tel que *Tephrosia* spp., *Bouchea marrubiifolia* Schauer., etc..

Dans la **sous-province sahélo-soudanaise** on retrouve, parmi les plantes caractéristiques, des espèces voisines de celles énumérées plus haut, qui viennent se substituer à leurs parentes respectives dans des stations analogues :

Commiphora africana Engl.,
Grewia spp. (*G. bicolor* Juss.; *G. villosa* Willd.; *G. flavescens* Juss.),
Acacia Senegal (L.) Willd.,
A. stenocarpa Hochst..

Les Combrétacées, dont deux espèces surtout peuvent être abondantes : *Guiera senegalensis* Lam. et *Combretum* sp. (*glutinosum* Perr. ?) apparaissent plus au sud que *A. Senegal*, ainsi que *Bauhinia rufescens* Lam., et surtout *B. reticulata* D. C.

En ce qui concerne les plantes herbacées, les Andropogonées, représentées presque exclusivement dans la sous-province sahélo-désertique par *Cymbopogon proximus* Stapf et *Chrysopogon Aucheri* Stapf, deviennent nombreuses et souvent tiennent une place prédominante dans le paysage. En dehors des steppes à Andropogonées les prairies sont plus complexes que dans le nord, peuplées d'une foule de petites Dicotylédones et dominées par les panicules d'*Eragrostis tremula* Hochst.

A la limite des deux sous-provinces sahéliennes, *Schmidtia pappophoroides* Steud. et *Monsonia senagalensis* Guill. et Perr. deviennent parfois prédominants, mais ont été moins remarqués de part et d'autre;

(1) Il ne semble pas notamment que la liste des familles, qui, d'après Hagerup, seraient absentes de la zone sahélienne, puisse être retenue dans notre cas.

(2) Voir la note plus haut, (chapitre concernant la Mortcha nord).

Aristida stipoides Lam. apparaît également au nord de cette limite, mais se maintient dans la sous-province sahélo-soudanaise.

C'est également dans la zone de transition des deux sous-provinces que nous avons remarqué le plus fréquemment *Acacia laeta* R. Br. qui paraît faire ainsi la transition entre *A. mellifera* et *A. Senegal*, non seulement au point de vue morphologique, mais aussi au point de vue biologique.

Avec la sous-province sahélo-soudanaise on commence à rencontrer accidentellement des espèces à affinités soudanaises :

Faidherbia (*Acacia*) *albida* (Del.) A. Chev.,
Tamarindus indica L.,
Dalbergia melanoxylon Guill. et Perr.,
Anogeissus spp.,
Sclerocaria Birrea Hochst.,
Diospyros mespiliformis Hochst.,
Kigelia aethiopica Decne,
Borassus aethiopum Mart. (= *B. flabellifer* L.)

et parmi les herbes :

Ctenium elegans Kunth.

Dans ces listes n'ont été citées que les espèces qui m'ont paru caractéristiques; beaucoup d'autres, dont il a été question dans les descriptions des régions, peuvent être abondantes, mais sont communes aux deux zones sahéliennes, ou peuvent même aller plus loin au nord; c'est le cas notamment des deux arbres qui ailleurs ont pu être pris comme critères: *Acacia scorpioides* (L.) A. Chev. et *Hyphaene thebaica* Mart.; cependant, quoique fréquentes dans les stations bien irriguées du désert, elles deviennent rares dans la sous-province sahélo-désertique, pour réapparaître en abondance dans la sous-province sahélo-soudanaise, leur habitat normal.

Cadaba farinosa Forsk. caractérise également cette dernière zone, tandis que *C. glandulosa* Forsk. se retrouve plus au nord.

Mais « la limite des provinces n'est nullement une ligne précise et les représentations graphiques qu'on tenterait d'en donner sur une carte ne seront jamais que de grossières approximations : à leur contact mutuel les provinces s'interpénètrent inextricablement ». Cette constatation de Monod (*21*, p. 762) relative aux provinces saharo-africaine et saharo-désertique et qui peut être étendue à la limite des autres provinces, est particulièrement justifiée dans la région du Tchad.

Deux phénomènes d'inégales importance viennent en effet y troubler l'ordonnance régulière des zones de végétation.

Le premier est la présence de la nappe souterraine qui affleure en de nombreux points de la partie N.-W. de la région, du lac au pied du

Tibesti, en déterminant à travers la zone désertique des stations où se maintient une végétation de type résiduel grâce uniquement à l'eau du sol (Zolotarevsky 32).

Au Kanem et au Bahr el Ghazal elle irrigue les ouadis dans lesquels des plantes soudanaises, *Kigelia aethiopica* Decne, *Borassus aethiopum* Mart., etc..., arrivent à atteindre le 14° parallèle (1). Au contraire l'influence de la nappe d'eau libre sur l'augmentation de la pluviosité reste faible et la flore des parties surélevées du sol subit, presque aussi vite qu'ailleurs, un appauvrissement lorsqu'on s'éloigne du lac vers le nord.

Donc la présence de ce grand lac africain et de son immense nappe souterraine, phénomène qu'on ne retrouve, sur une pareille échelle, nulle part en Afrique sous le même climat, tout en restant un fait très important pour le pays, a peu d'influence sur les zones de végétation considérées avec un certain recul, mais il crée une foule de conditions locales spéciales et essaime au loin vers le nord des stations à affinités soudanaises (1).

Toute autre au contraire est l'influence du massif de l'Ennedi qui se dresse sous une latitude coïncidant normalement avec la zone désertique, laquelle se trouve rejetée de ce fait, nettement vers le nord.

L'accident produit par la présence de ces montagnes est moins spécial à la région que celui des « Pays-Bas » car il existe bien d'autres massifs analogues dans le sud du Sahara; cependant dans le cas de l'Ennedi, son influence est appuyée par la grosse masse montagneuse de l'Ouadaï et du Darfour. Le premier massif appartient à la sous-province sahélo-désertique, du moins dans la partie visitée par la Mission, et les deux autres sont compris dans la sous-province sahélo-soudanaise. Ces massifs font dévier nettement ces deux zones vers le nord. De plus l'Ennedi détermine sur son pourtour, du moins du côté occidental, une région qui, grâce à lui, profite à la fois des condensations anormalement abondantes pour sa latitude et son altitude et des eaux qui descendent des montagnes. Ces oueds cependant ne dépassent pas la limite du désert et la Mortcha, malgré son caractère très spécial, demeure, du moins durant les séries d'années pluvieuses, par la flore de ses bas-fonds, comme par celle de ses plateaux, dans la sous-province sahélo-désertique.

En somme, la sous-province sahélo-désertique, étroite au nord du

---

(1) Le lac Fitri et le bas Batha de leur côté favorisent aussi la pénétration vers le nord des plantes soudanaises, et leur action, tout en restant plus locale, s'exerce peut-être d'une façon plus intense que celle du Tchad.

(1) Ce qui a permis à Chudeau d'englober toute cette région, et même le Tibesti, dans la zone sahélienne.

lac, s'élargit un peu vers l'Ennedi. La sous-province sahélo-soudanaise est au contraire beaucoup plus développée et, dans sa partie la plus étroite, s'étend du 10°5 au 14° sur plus de 400 km. d'après CHEVALIER (1).

La vraie physionomie de la région résulte non seulement de la répartition des zones de pluviosité mais aussi de la nature et de la configuration du sol. J'ai essayé de traduire cet ensemble sur la carte ci-contre. On s'aperçoit ainsi que dans la sous-province sahélo-désertique, où prédominent à l'état normal des peuplements arbustifs plus ou moins raréfiés — stade transitoire entre la brousse et le désert — il existe, à l'est et à l'ouest deux contrées, la Mortcha et le nord du Kanem, où pour des raisons différentes et déjà développées la végétation arbustive est contractée.

Dans le sud du Kanem et du Bahr el Ghazal, les parties élevées du terrain restent occupées par des steppes également dans la sous-province sahélo-soudanaise. Ailleurs, celle-ci est assez densément boisée à l'état normal.

Dans la bande septentrionale de cette sous-province, la seule qui se trouve dans notre territoire, la végétation n'est pas la même à l'est et à l'ouest. A l'ouest, autour du lac Tchad, la répartition des végétaux est très influencée par les dunes mortes; c'est la région des steppes à Andropogonées; il y a peu de Combrétacées (2). A l'est au contraire, à partir du méridien du lac Fitri, la brousse dense qui paraît être la végétation normale de cette zone existe. Les Combrétacées, *Combretum* sp. (N° 630, *C. glutinosum* Pen.?) et *Guiera senegalensis* Lam., y jouent un grand rôle. Les Andropogonées tout en étant représentées n'occupent pas une grande place.

Il est bien connu que *Euphorbia balsamifera* Ait. ne répasse pas vers l'est le méridien du lac Tchad. A l'est du méridien du lac Fitri apparaissent d'autres espèces qui semblent, elles, être du domaine oriental: *Mimosacée* (N° 633) et *Combretum* sp. (*glutinosum* ? N° 634) en abondance. Plus au sud, les Baobab, *Adansonia* spp. qui contribuent à l'ouest du Tchad à caractériser la zone soudanaise, sont absents en A.E.F. Parmi nos récoltes se trouveront plusieurs plantes qui ne figurent pas dans la « Flora of West Tropical Africa » (*15*), mais se retrouvent

(1) La carte de CHUDEAU (*11*, p. 143) fait commencer la zone soudanaise beaucoup plus au nord et il faut reconnaître que vers le 12e parallèle, et exceptionnellement plus au nord, un nouveau changement se produit : les espèces considérées comme soudanaises, exceptionnelles dans la partie septentrionale de la sous-province sahélo-soudanaise, tout en demeurant peu abondantes, se mêlent d'une façon régulière à la flore.

(2) « Le *Combretum glutinosum* disparaît avant Ngouri, l'*Anogeissus leiocarpus* n'existe plus, il disparaît avant Massacori ». CHEVALIER (*3*, p. 397).

dans le Soudan Anglo-égyptien. Ainsi le nord de l'A.E.F. est à la limite de deux domaines de la zone sahélienne, ou plutôt forme un domaine intermédiaire, que Chevalier a dénommé « Sahel Tchado-ouadaïen » (*8*, p. 14).

Parmi les limites esquissées sur la carte on trouvera aussi celle qui marque l'extrême extension vers le nord des cultures non irriguées. Pour le centre, où on remarque un fort infléchissement, nous n'avons que les renseignements de Louis et Monod (*16*, p. 600), qui ne sont peut-être pas limitatifs. En tous cas, les cultures y feraient défaut plus au nord à cause de l absence de populations sédentaires, consécutive au manque de puits permanents, plutôt que par suite de l'insuffisance de pluviosité. Par contre pour les autres points, Zigueï et Oum Chalouba notamment, la réussite des cultures devient aléatoire pour des raisons climatiques.

Enfin, j'ai tenté d'esquisser pour le territoire en question les mêmes distinctions que Maxwell-Darling a fait pour Kordofan et Darfour. (Cf. Pl. IX).

Liste des principaux termes géographiques employés en Afrique Centrale (1).

Bahr (ar.) — marigot, cours d'eau, lac ou mer. Ainsi ce terme s'applique aux « lagunes à fond plat, argileux séparant les îles du Tchad », (Tilho *28*, p. 2). Pour désigner le lac Tchad les riverains disent souvent « bahr kebir ».

Bela (Kanembou) = ouadi (arabe). (Chev. *3*, p. 396).

Bodou (Kanembou) = « ... dunes sans herbes avec *Leptadenia spartium* ». (Chev. *3*, p. 397).

Enneri — vallée ensablée à fond plat, type fréquent dans les massifs gréseux sous un climat désertique.

Firki (Baguirmi) — Les firkis sont de « grands espaces nus au sol argileux fendillé impropre à la culture ou de grandes prairies dépourvues d'arbres, transformées en marais à la saison des pluies ». (Chev. *3*, p. 266).

---

(1) Sans prétendre nullement être complet, j'ai préféré, au lieu de les disperser dans des notes, réunir ici ces quelques définitions.

Par contre, j'ai évité presque tous les noms indigènes des plantes. Dans les parties visitées de la Région du Tchad, par suite de la confusion des peuples et des langues et aussi du développement moindre, comparativement à celui des populations touarègues et maures de ses habitants, l'emploi de ces noms, à moins d'un tri très soigneux, peut qu'occasionner des erreurs.

Gizzou (ar.) — est un type de végétation désertique ou subdésertique consistant en petits buissons ou touffes croissant à quelques pieds de distances, et séparés par du sol dénudé. Le « *gissu* » décrit par Maxwell-Darling (*19* et *20*) correspond aux sols perméables à sable dur, plats ou légèrement ondulés ; les plantes y appartiennent à la flore sub-désertique. Parfois on y rencontre des dunes vives.

Goz (ou *Gouss*, Chev. *3*), (ar.) — terrain sablonneux plus ou moins meuble, généralement ondulé, provenant de dunes mortes.

« The term « goz » means sand-hills the soil of which is fixed by vegetation, while it may be secoundarily loosened by clearing and cultivation. These gozes are doubtless similar to the « old dunes » re.erred to by some authors ». (Maxwell-Darling, *20*, p. 71).

Guelta (ar.) — excavation dans les rochers qui se remplit par la pluie; mare demeurant après le passage d'un torrent, dans un bief plus profond que les parties voisines du lit.

Hattija (ar.) = « plaine fertile, petite oasis ». (Tilho *28*, p. 2).

Kharim (ar. ?) = « aspect très spécial de l'ouadi... fourrés épais d'arbres entrelacés de lianes ». (Chev. *3*, p. 387).

Khor (ar.) = « Smal river » (Maxwell-Darling).

Kiri (Kanembou) = Goz (ar.) (Chev. *3*, p. 396).

Miguielit (Région d'Ati) — se dit du sol argileux, plat des ouadis ou du bord des lits des oueds, *quand il est boueux.*

Naga (Région d'Ati) — se dit du même sol que le Miguielit *mais quand il est sec et dur.* (Louis et Monod, *16*, p. 600).

« Oued » et « Ouadi » (ar.) — On n'entend jamais prononcer le mot *oued* en A.E.F. où on dit *ouadi* (1) pour désigner, en plus des lits de torrents ou de ruisseaux temporaires, des dépressions d'un tout autre type, parfois fermées et, en tous cas, n'impliquant point nécessairement ni un sens de courant, ni même une formation due à l'érosion hydraulique.

J'ai cru pouvoir réserver le mot local d'*ouadi* pour désigner les accidents orographiques propres à la région, notamment les *creux entre les dunes* de l erg mort au nord et au N.-E. du lac Tchad et les *larges dépressions* qui corres-

(1) On considère quelquefois cette forme comme un pluriel du mot « oued », qui régulièrement doit donner « oudian ». En tous cas au Tchad les indigènes emploient le mot « ouadi » aussi bien pour désigner une dépression que plusieurs. Il faut avouer d'ailleurs que ma distinction est conventionnelle, car Maxwell-Darling ne la fait pas dans le Soudan Anglo-Egyptien.

pondent aux ramifications de l'ancienne cuvette lacustre de Bodeli-Djourab. Si l'origine de ces deux formations est très différente, la signification pratique qui s'attache au terme d'*ouadi* est la même : *dépression où la nappe d'eau souterraine est accessible ou du moins plus proche.*

Quant au mot *oued,* il gardera ainsi seulement sa signification habituelle.

Rahat (pl. rouhout) (Barguirmi) — « dépressions naturelles, sortes de cuvettes largement évasées sans bord et sans lit précis ». (Chev. *3,* p. 260).

Sisa — ce terme sert à désigner des étendues dont le sol et la végétation se rapprochent de ceux décrits dans la Mortcha N-E. Ce type correspond à une pénéplaine à sol relativement raviné, encombrée de gravier, vestige de massifs récemment abrasés, située sous un climat subdésertique.

« In this aera the ground becomes harder and, patches of light clay appear, with occasional stretches of heavy, black clay. There are areas of stones and gravel and the horizon is frequently bounded by small outcrops of rock rising in places to small hills. The drainage system consist of smalls runnels feeding khors, which may flow into depressions and form lakes, which sometimes do not dry up until six months after the rains are over. A few larges wadies flow over a long distance into the Nile. With the exception of a few lakes mentioned above, there is no water above the ground except during the rains (july-september). This type of countery is called *sisa* ».

« ... *sisa* ground with khors, clay wadies and patches of stony ground ».

(Maxwell-Darling (*19,* p. 63 et *20,* p. 75).

Bibliographie (1)

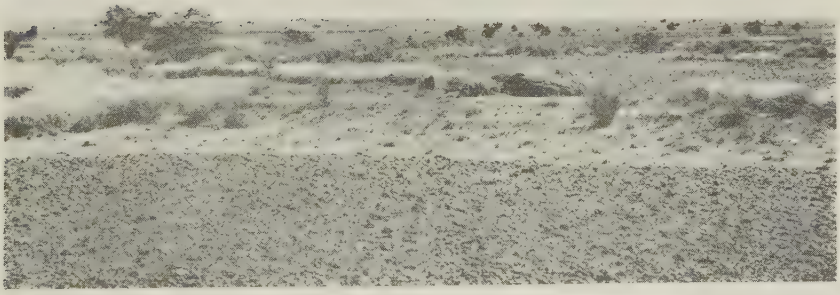
1 Barberot (E.) 1930. — « Atlas pluviométrique du Congo français ». Gouv. Gén. de l'A.E.F., édité à Paris.

2 Broun (A.-F.) et Massey (R.-E.) 1929. — « Flora of the Sudan ». Londres.

*3**)* Chevalier (Aug.) 1907. — « Mission Chari — lac Tchad 1902-1904 » « L'Afrique Centrale Française ». Paris, chez Challamel.

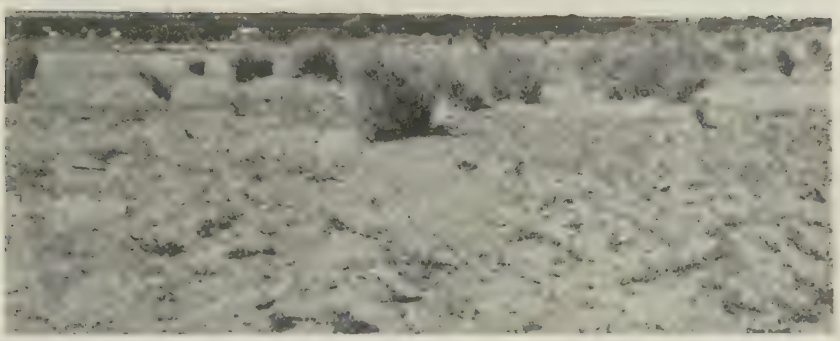
(1) Les ouvrages ayant trait à la végétation de la Région du Tchad sont marqués d'une astérique *); ceux intéressant plus spécialement la zone prédésertique — de deux **).

Phot. 1. — Emeri faisant suite à la guelta d'Archéi (Ennedi). Au fond un groupe de *Faidherbia albida;* dans le lit sablonneux de l'oued, des touffes de *Panicum turgidum* (10 sept. 1935).



Phot. 2. — Paysage de la Mortcha N.-E., rive nord de l'oued Souala, près Ouaguif. Plages caillouteuses foncées succédant aux traînées sablonneuses sur lesquelles on aperçoit surtout ici des lignes blanches d'*Aristida papposa* et quelques touffes de *Panicum turgidum;* au loin des *Acacia Raddiana* disséminés (13 sept. 1935).

Clichés de la Mission d'Etudes de la Biologie des Acridiens.



Phot. 3. — Rive sud de la mare de Goumeur (Mortcha N.-E.). Au premier plan, partie sablonneuse de la vallée avec touffes de *Panicum turgidum* entre lesquelles la petite végétation annuelle est principalement composée de *Blepharis edulis*; au fond, la mare. (17 sept. 1935).

Phot. 4. — Bord de la mare de Goumeur (Mortcha N.-E.). Au premier plan, au bord de l'eau, peuplement dense de « cram-cram » — *Cenchrus biflorus* et à gauche quelques touffes de *Panicum turgidum*; au fond, fourré d'Acacias et un buisson de *Capparis decidua* à droite. (17 sept. 1935).

Clichés de la Mission d'Etudes de la Biologie des Acridiens.

Phot. 5. — Coin de la Mortcha N.-E. (un peu au nord d'Oum Chalouba). Au premier plan, *Aristida mutabilis* et *A. funiculata*, en arrière desquels des panicules d'*A. papposa* penchées par le vent et ceux plus hauts de *Cymbopogon proximus;* au fond, à l'approche d'un oued, des *Acacia Raddiana* parmi lesquels au centre un *A. Seyal* se reconnait à son port en V. (30 sept. 1935).

Phot. 6. — Prairie de Stipées au N.-E. d'Oum Chalouba (Mortcha). Au centre, touffe d'*Aristida papposa*; à droite deux pieds d'*A. funiculata*, puis *A. mutabilis*; au deuxième plan, des chaumes de *Cymbopogon proximus*; au fond les arbres d'un oued. (30 sept. 1935).

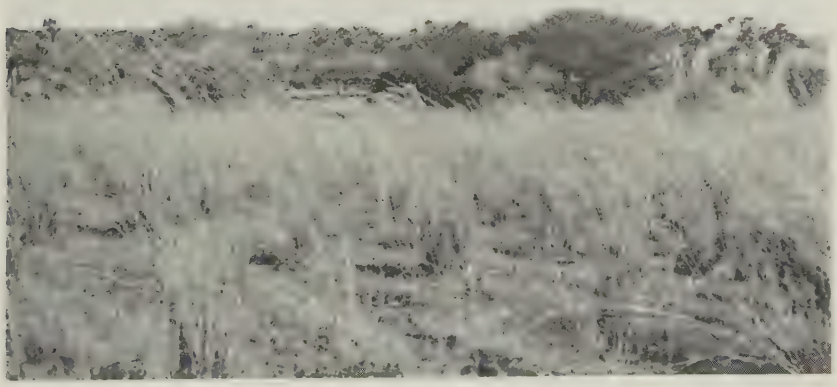
Clichés de la Mission d'Études de la Biologie des Acridiens.

Phot. 7. — Dunes mortes au sud de l'oued Fama (Région d'Arada). Le sol est en partie recouvert par *Monsonia senegalensis* dominé par les panicules légères d'*Aristida stipoides*, qui font ressortir les crêtes en blanc ; un buisson de « rtem » — *Leptadenia pyrotechnica* —; au fond des « Talhas » — *Acacia Raddiana* — disséminés. (5 oct. 1935).

Phot. 8. — Prairie broussailleuse entre Oum-Hadjer et Ati (Batha). Au premier plan buissons de *Guiera senegalensis*, près des chevaux, de petits arbres de *Combretum* sp. (*glutinosum* ?) ; au centre un *Calotropis procera*. (12 nov. 1935).

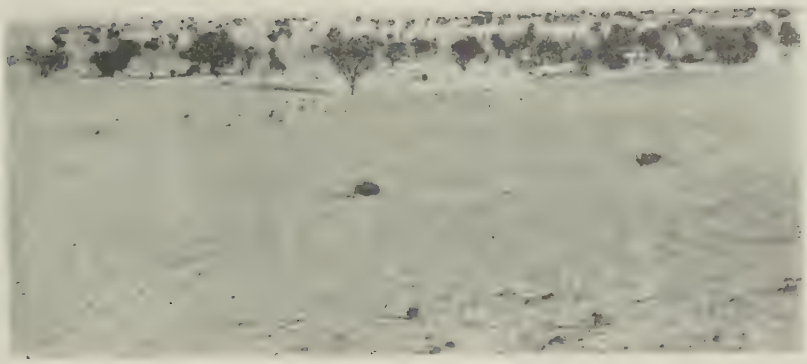
Clichés de la Mission d'Etudes de la Biologie des Acridiens.

Phot. 9. — Goz entre Hedjilidj et Chérap (Bahr el Ghazal). Sur les dunes dont la forme primitive est peu altérée, une steppe de hautes Andropogonées avec quelques « rtems » — *Leptadenia pyrotechnica*. (24 nov. 1935).



Phot. 10. — Un ouadi entre Chérap et Tchitchilinga (Bahr el Ghazal), vu d'une dune de faible altitude. Le centre de l'ouadi est occupé par des palmiers « doums » — *Hyphaene thebaica* —, devant quelques Acacias et un buisson de *Capparis decidua*. (25 nov. 1935).

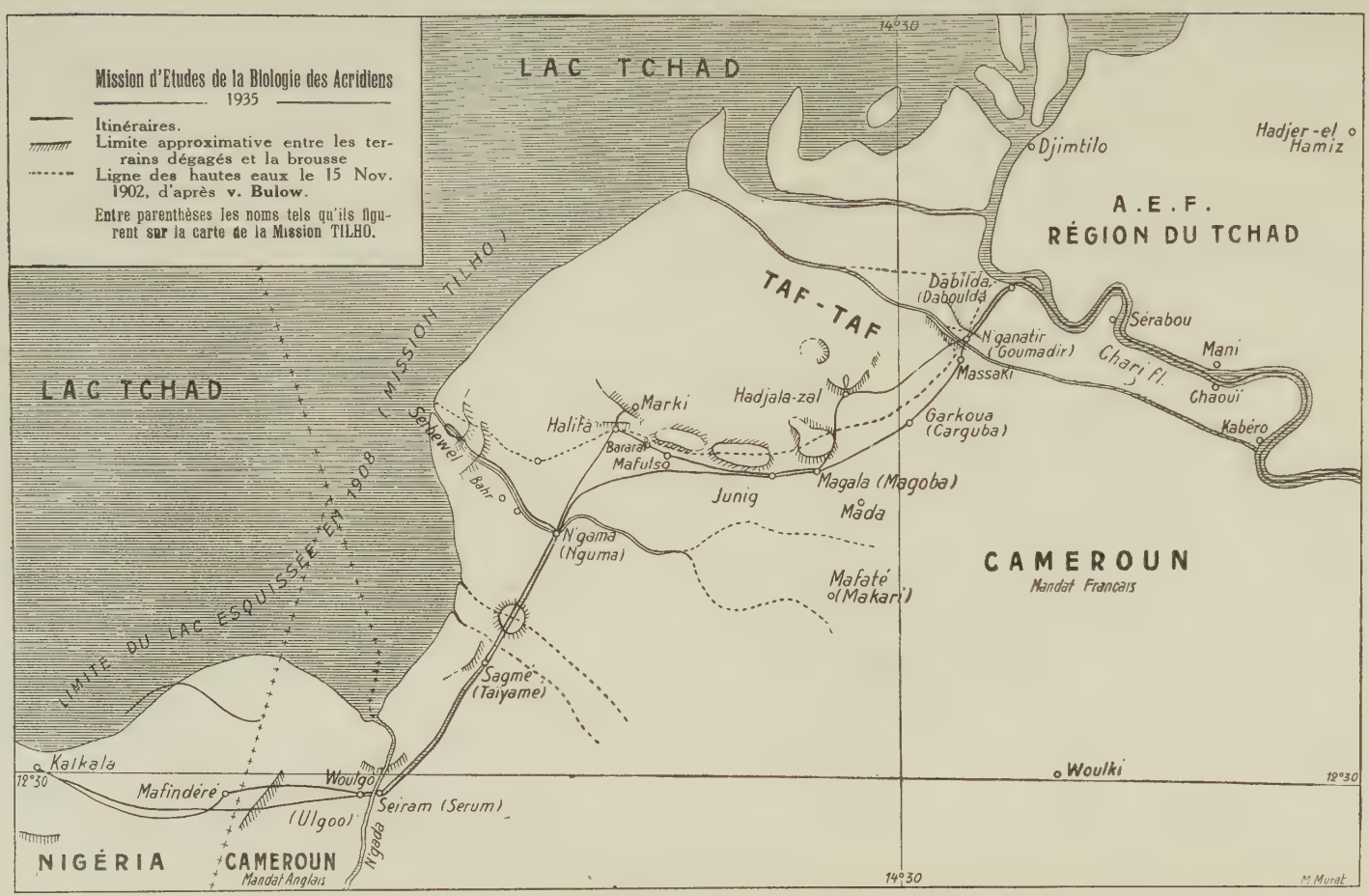
Clichés de la Mission d'Études de la Biologie des Acridiens.



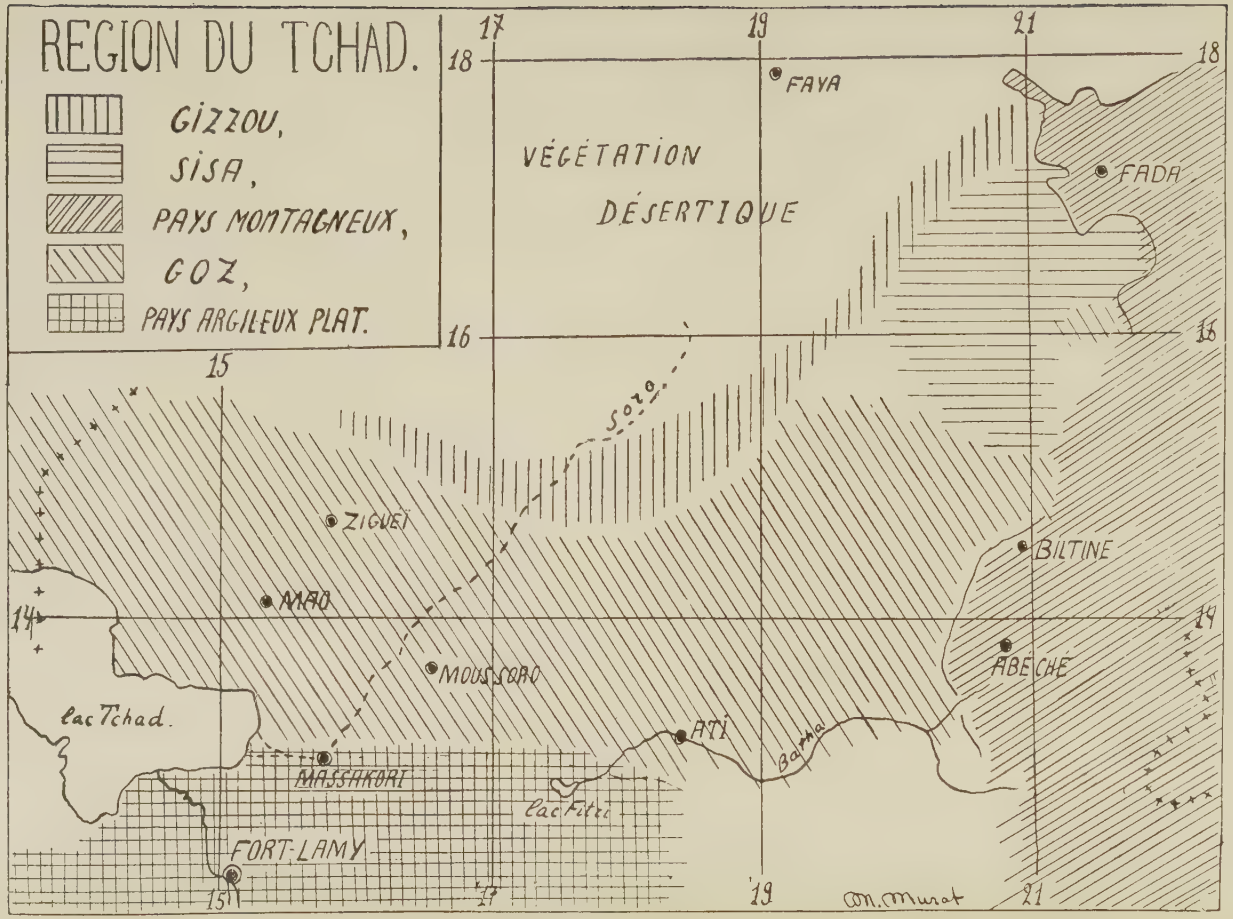
Phot. 11. — Sillon du Bahr el Ghazal ou Soro à Koubba, entre deux goz plats, fermes et dénudés; dans le sillon principalement des *Acacia Raddiana*. (11 juin 1935).

Phot. 12. — Vue sur la zone herbeuse du lac Fitri, près Yao. Au fond une ligne de « rôniers » — *Borassus aethiopum*. — (18 nov. 1935).

Clichés de la Mission d'Etudes de la Biologie des Acridiens.



Carte des abords méridionaux du lac Tchad au Cameroun.



Essai de répartition de la zone prédésertique de la région du Tchad entre les divers types de terrain.

*4**)* — 1913. — « Etudes sur la flore de l'Afrique Centrale Française », T. I, Enumération des plantes récoltées. Paris, chez Challamel.

5 — 1928. — « Révision des Acacia du Nord, de l'Ouest et du Centre Africain ». Paris, Lab. Agron. Coloniale.

6)* — 1931. — « Contribution à la flore du Borkou et du Tibesti ». *Bull. Soc. Bot. France,* T. LXXVIII, p. 319-324.

7 — 1932. — « Plantes nouvelles ou peu connues récoltées en Afrique Occidentale ». *Bull. Mus.* s. 2, T. 4, p. 583.

8 — 1933. — « Le territoire géo-botanique de l'Afrique tropicale nord-occidentale et ses subdivisions ». *Bull. Soc. Bot. Fr.*, T. LXXX.

9 — 1934. — « Etude sur les prairies de l'Ouest africain. Les Graminées ». *Rev. Bot. appl. et Agr. Trop.*, N° 148, 1933; N^{os} 149 et 150, 1934.

10 — 1934. — « Nouvelles observations sur quelques Acacias de l'Afrique Occidentale ». *Rev. Bot. Appl.*, N° 154, p. 875-884.

11 Chudeau (R.) 1909. — « Sahara soudanais ». Mission au Sahara par E.-F. Gautier et R. Chudeau. Paris, chez Armand Colin.

12 Dalloni (M.) 1934. — « Mission au Tibesti (1930-1931). *Mémoires Ac. Sc.*, T. 61.

13 Garde (G.) 1910. — « Description géologique des régions situées entre le Niger et le lac Tchad et à l'est et au nord-est du Tchad ». (*in* Dalloni [*12*]).

14 Golding (F.-D.) 1934. — « On the ecology of Acrididae near lake Chad ». *Bull. of Entomological Research.* Vol. XXV. part. 2. juillet, Londres.

15 Hutchinson (J.) et Dalziel (J.-M.) 1927-1936. — « Flora of West Tropical Africa ». Tomes I et II. Londres.

*16**)* Louis (L^{t} X.) et Monod (Th.) 1934. — « Notes botaniques sur la région nord de la Subdivision d'Ati (Colonie du Tchad) ». *Bull. de l'Agence Générale des Colonies,* 27^{e} année, N° 302.

17 Maire (D^{r} R.) 1933. — « Etudes sur la flore et la végétation du

Sahara central ». *Mémoires de la Soc. Hist. Nat. Afr. Nord,* N° 3.

18)* — 1935. — « Contribution à l'étude de la flore du Tibesti ». Mission au Tibesti, *Mémoires de l'Ac. Sc.,* T. 62.

19 Maxwell-Darling (R.-C.) 1934. — « The solitary phase of *Schistocerca gregaria,* Forsk., in north-eastern Kordofan (Anglo-egyptian Sudan) ». *Bull. Ent. Res.,* Vol. 25, part. I, pp. 63-83.

20 — 1936. — « A short reconnaissance of northern Darfur (Anglo-egyptian Sudan) with regard to *Schistocerca gregaria,* Forsk. ». *Bull. Ent. Res.* Vol. 27, part. I, pp. 71-76.

21 Monod (Th.) 1932. — « Mission saharienne Augieras-Draper, 1927-1928. Phanérogames ». *Bull. Muséum,* 2e s. T. IV, N° 6, p. 756-774.

*22**)* Naghtigal (Dr G.) 1881. — « Sahârâ und Sûdân ». T. II, Borkû, Kânem, Bornû und Bagirmi. Berlin.

*23**)* — ... « Le voyage de Nachtigal au Ouadaï ». Traduct. de Joost Van Vollenhoven. *Comité de l'Afrique française,* Paris.

*24**)* Pellegrin (Fr.) 1912. — « Collections botaniques rapportées par la Mission Tilho de la région Niger-Tchad ». *Bull. Muséum,* 1911, pp. 459 et 566; 1912, p. 46.

*25**)* — 1914. — « Les collections botaniques rapportées par la Mission Tilho avec indication des plantes utiles ». Documents Scientifiques de la Mission Tilho, 1906-1909, Ministère des Colonies, Paris chez Larose.

*26**)* Tilho (Ct J.) 1910. — « Lac Tchad. — Notice géographique ». Documents scientifiques de la Mission Tilho (1906-1909), T. I. Première partie, p. 1-114. Ministère des Colonies, Paris.

27 — 1910. — « Lac Tchad. — Notice météorologique ». *Id.,* T. I, troisième partie, p. 259-329.

*28**)* — 1911. — « Pays-Bas du Tchad. — Notice géographique ». *Id.,* T. II, sixième partie, p. 1-114.

29 — 1911. — « Pays-Bas du Tchad. — Notice météorologique ». *Id.,* T. II, neuvième partie, p. 247-274.

30 — 1916. — « Une Misison scientifique de l'Institut de

France en Afrique Centrale ». *C. r. Ac. Sc.*, T. 168, pp. 984-988 et 1081-1085.

31 — 1917. — « Exploration du Commandant Tilho en Afrique centrale, Borkou, Ennedi, Tibesti, Dar-Four ». *La Géographie*, T. XXXI, p. 401-417.

*32**)* Zolotarevsky (B.-N.) 1936. — « Compte rendu sommaire sur les recherches de la Mission d'Etudes de la Biologie des Acridiens dans la région du lac Tchad en 1935 ». *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, T. XXVII, avril.

Alger, le 7 septembre 1936.

Travaux du Comité d'Etudes de la Biologie des Acridiens, N° 12.

Sur les Collemboles d'Afrique du Nord

4e Note

par J. R. Denis.

I. — **Le groupe : Onychiurus armatus-Saccardyi en Djurdjura.** — MM. P. de Peyerimhoff et L. Saccardy ont récolté 3 séries d'*Onychiurus*. Je les comparerai aux *O. Saccardyi* m., notés S, et décrits par moi (1935, *Bull. soc. ent. F.*, p. 230-4).

Série notée I : Tessereft Tabort Boufrîchen, Djurdjura occidental, VII, 36. — T : 2,5-3,5 mm.

Série notée II : Tessereft Guiril, Djurdjura occidental, VII, 36. — T : 2-3,5 mm.

Série notée A : Tessereft Icetcifène, Djurdjura central, VII, 36. — T : 1,5-2 mm.

« Les trois stations sont voisines de la cote 2000. Il s'agit de glacières verticales. Les Collemboles se trouvent uniquement au voisinage des dernières neiges abritées au fond de la cavité ou sous de très gros blocs ». Au Guiril se trouve avec l'*O. armatus: Heteromurus Peyerimhoffi* n. sp.

Organe antennaire III. du type 5, sans rien de spécial; bases antennaires bien individualisées. — Postantennal : bosses étroites, bien séparées (S. I. II), plus larges, contiguës ou non (A); nombre des bosses (maximum entre parenthèses) : 44—(58)—68 (S) —32—(36—40)—44 (I) —38—(46)—50 (II) —20—(24—6)—28 (A). Donc I, II font le passage entre A et S ; on ne saurait distinguer les 3 formes d'un mélange I+II+S. — Griffes : I, II montrent des crêtes latérales rappelant celles de S, cependant jamais aussi élargies. L'impossibilité de mensurations précises rend ce critérium presque inutilisable. On doit se contenter d'apprécier. L'appréciation ne saurait servir à une dichotomie. Dent interne très fréquente (S), très rare (4/29 cas) (I), absente (II, A). Ce critérium est d'usage difficle; la denticulation des griffes est très variable dans le groupe *armatus*. Il est prudent d'en réserver la discussion. Furca : le meilleur critérium opposant spécifiquement S à l'ensemble I, II, A est la présence-absence de la furca. Chez S, l'absence peut être admise, dans l'autre groupe la présence est très nette. Pseudocelles :

1 (1), 40 (2), 9 (3) (S) —24 (3) (I) — 18 (3) (II) — 3 constants (A) pour les bases antennaires. 1 (1), 44 (2), 5 (3) (S) — 14 (3), 7 (4) (I) — 9 (3), 7 (4) (II) — 3 (2), 16 (3) (A) au bord postérieur de la tête. 13 (0), 1 (1) (S) — 1 constant I, II, A) sur la face ventrale de la tête. 48 (0), 2 (1) (S) — 4 (0), 1 (?), 6 (1) (I) — 7 (0), 2 (?), 1 (1) (II) — 1 constant (A) marginal ventro-latéral de la tête. Th. I : 0 constant (S, I, II, A). Th. II : 49 (2), 1 (3) (S) — 17 (2), 1 (3) (I) — 10 (2), 2 (3) (II) — 2 constants (A). Th. III : 25 (2), 23 (3) (S) — 1 (1), 2 (2), 15 (3) (I) — 1 (2), 10 (3) (II) — 2 constants (A). Subcoxae : 1 constant partout. Abd. 1 : 39 (3), 7 (4) (S) — 3 constants (I, II, A). Abd. 2 : 1 (2), 28 (3), 14 (4) (S) — constamment 3 (I, II, A). Abd. 3 : 22 (3), 19 (4) (S) — 3 constants (I, II, A). Abd. 4 : 1 (3), 40 (4), 6 (5) (S) — 7 (3), 10 (4) (I) [les 3 sont douteux, le quatrième (latéral antérieur) ayant pu souvent passer inaperçu] — 1 (3), 13 (4) (II) — 3 constants (A). Abd. 5 : 43 (2), 6 (3), 1 (4) (S) — 18 (3), 3 (4) (I) — 2 (2), 15 (3), 1 (4) (II) — 15 (2), 5 (3) (A). Dans tous les cas, jamais rien sur la face ventrale. Rapport g3/Ea : il y a, chez *armatus*, dysharmonie de croissance relative aux termes de ce rapport.

Comme je n'examine que des collections de classes de tailles différentes, les conclusions à tirer des chiffres ne sont valables qu'en tant qu'extrapolations. T : 3-3,5 — g3/Ea : 1,55-60; T/3,5-4 —: 1,65 (S) — T : 2,5-3 — : 1,00, (1,20), 1,40; T : 3-3,5 —: 1,20 (I) — T : 2-2,5 — : 1,10-1,30; T : 2,5-3 — : 1,00, (1,30), 1,50; T : 3-3,5 — : 1,10 (II) — T : 1,5-2 — : 1,40, (1,60), 2,20 (A). Il ne semble pas improbable que S. ne présente pas la même croissance relative que les trois autres groupes.

Conclusions. — Les séries I, II, de par les griffes, la forme, le nombre des bosses postantennaires, forment des intermédiaires entre A et S.

De par la répartition des pseudocelles et le rapport g3/Ea, S se rapproche plus de A que de I, II.

On ne peut donc placer les quatre groupes en série phylétique, mais on peut considérer des séries évolutives d'organes. Il semble que l'évolution du postantennal et de la griffe se fasse plutôt par déplacement continu des modes que par mutation brusque. Les généticiens devront faire intervenir des facteurs multiples ou des coefficients de force ou valence.

Dans tous les cas, *O. Saccardyi*, même en un seul exemplaire, peut toujours être déterminé. Je conserve donc l'espèce, qu'on reconnaîtra à l'absence de la furca, à la taille des épines anales et à la répartition des pseudocelles. La forme des griffes, la répartition des pseudocelles entre autres le feront toujours reconnaître de ces *Onychiurus* nordiques sans furca (cf. Denis 1931, *Boll. Portici*, p. 106) sur lesquels

nous sommes fort mal renseignés, et cela même si l'étiquette de provenance fait défaut.

Je ne crois pas devoir séparer A et I, II. En effet on groupe, sous le nom d'*armatus*, des formes aussi différentes entre elles que les trois en question et je ne connais pas suffisamment la variabilité des *armatus* algériens pour prévoir si jamais I, II seront à séparer de A.

En résumé : d'une part l'espèce *armatus* auct. (ou groupe d'espèces), comprenant A, I, et II, et d'autre part *O. Saccardyi* m. *ut species*.

II. — **Heteromurus Peyerimhoffi** n. sp. — Tessereft Icetcifène, Dj. centr. en compagnie d'*O. armatus*, 2 exempl. de 2,5 mm. env. — *Description :* blanc, sans pigment; 2 cornéules par côté avec quelques grains de piment noir (et non rouille); antennes (une seule observation) typiques du genre, III un peu plus court que II, IV plus de 2 II, à cercles de soies. Ant. 0,6 f. la longueur du tronc; Tibia II/I : 1,10 ; III/I : 1,45-50; nombre de soies lisses aux T I : 10-11; II : 10-18; III : 15-20; griffes caractéristiques, n'ayant que les dents paires, très basales; rapports : A/B : 6,0-7,45 ; A/C (C : largeur de la griffe) : 5,9-7,1; A/1 : de 1,00-1,05; dent e jamais vue; A/ae : 1,35-1,50 à p. I; 1,35-1,40 à p. II; 1,20-1,25 à p. III; appendice empodial fusiforme à dent difficile à voir; ae/largeur ae : 5,6-6,0 à p. I ; 5,8-6,45 à p. II ; 5,5-6,0 à p. III; ae/d : 1,9 à p. I; 1,9-2,0 à p. II; 2,0-2,05 à p. III; ergot non élargi à l'apex; A/E : 2,0-2,4 à p. I; 2,5-2,8 à p. II; 2,5-2,75 à p. III; mucron allongé pourvu d'une épine basale très fine et difficile à voir ; ae3/m : 2,8-3,35; rna/m : 3,9-4,4.

Justification : cette forme dérive très vraisemblablement de l'espèce méditerranéenne *H. tetrophthalmus* C. B., espèce dont j'ai déjà pu étudier plusieurs exemplaires de diverses provenances et dont la griffe, autant que j'en puisse juger, doit subir une évolution comparable à celle qu'on trouve chez *nitidus*. Pour le moment, je n'ai aucun terme de passage entre mes *tetrophthalmus*, bi- ou tridenticulés, à appendice empodial non fusiforme et les présents exemplaires. J'établis donc, pour ceux-ci, l'espèce *Peyerimhoffi*.

Nota. — Je persiste à ne pas admettre la synonymie : *quadrioculata* Schött - *tetrophthalmus* C. B. malgré l'identité — le seul caractère différentiel : ant. IV annelé ou non, n'étant pas à retenir — des diagnoses. J'estime dangereuse la réunion de formes dont on ignore la variabilité, quand ces formes sont les unes méditerranéennes, les autres nord-américaines.

L'action externe des arsenicaux sur le Criquet pélerin

(*Schistocerca gregaria* Forsk.)

par P. Lepesme, Ingénieur-agronome,

Préparateur au Laboratoire central de Biologie acridienne.

Il n'y a aucun doute, à l'heure actuelle, que les composés arsenicaux, employés universellement comme poisons d'ingestion dans la lutte contre les ennemis des végétaux, peuvent agir, dans certains cas, comme insecticides de contact. Les essais de poudrage d'arsénite de soude par avion, sur des essaims de Sauterelles en vol, en particulier ceux de H. H. King (**5**) en Rhodesia, au cours de ces dernières années, ont donné des résultats fort encourageants, ainsi d'ailleurs que les nombreux essais effectués en Russie.

Cependant la pratique de ces poudrages n'est pas encore au point et elle ne pourra l'être que lorsqu'on connaîtra parfaitement le mécanisme de cette action de contact. C'est pourquoi nous avons essayé de préciser cette question au Laboratoire de Biologie Acridienne du Muséum d'Histoire Naturelle, sous la direction de notre éminent Maître, le professeur P. Vayssière, directeur technique de ce Laboratoire à qui nous exprimons ici notre profonde reconnaissance. Nous tenons à remercier également M. Rode, Assistant à la Chaire de Mammalogie du Muséum, qui nous a aidé de ses précieuses connaissances en histologie.

C'est en 1923 que Mally (**8**), en Afrique du Sud, signala pour la première fois l'action externe des arsenicaux. Ayant, à l'aide d'une poudreuse à main, saupoudré des Sauterelles avec de l'arsénite de soude desséché et pulvérisé, il observa que certaines d'entre elles mouraient moins d'une demi-heure après le poudrage. Cependant, dans l'ensemble, la mort ne survint que quatre à cinq heures plus tard. Le simple poudrage des antennes suffisait, d'après lui, pour amener rapidement la mort.

Dès que les travaux de Mally furent connus en Russie, plusieurs chercheurs se mirent à l'étude de cette action externe. Les expériences de Sovdarg, à Timeriazevskov, près de Moscou, confirmèrent les résultats généraux de Mally et fournirent un certain nombre d'observations complémentaires. Selon lui, les composés arsenicaux : arsénite de soude, arséniate de soude, et à un degré moindre : anhydride arsénieux et

acétoarsénite de cuivre exerceraient une action de contact due à leurs propriétés caustiques; ils pénètreraient à travers les téguments et causeraient ainsi la mort par action sur le système nerveux.

Une série d'essais fut entreprise pour étudier cette pénétration à travers la chitine des insectes : ils consistèrent à saupoudrer le corps des Sauterelles avec des sels d'arsenic, en prenant bien soin de n'en faire tomber aucune particule sur les antennes ou autres appendices, afin d'écarter toute possibilité d'empoisonnement par ingestion. Même par temps chaud et sec, l'humidité de l'air était suffisante pour permettre à la poudre d'adhérer au corps de l'insecte et de causer la mort au bout d'un temps variable. La pulvérisation de solution d'arsénite de soude sur les stades larvaires amena la mort avant même que l'eau de la solution se soit évaporée, ce qui implique que la pénétration de l'arsenic, à travers le tégument, est beaucoup plus rapide en présence d'une forte humidité. — D'autre part des larves, saupoudrées d'arsénite de soude au cours de leurs mues, montrèrent à la fin de la mue des déformations caractéristiques ; certaines furent même paralysées et d'autres moururent avant d'avoir commencé à s'alimenter. D'ailleurs, en les disséquant, on ne trouva aucune nourriture dans leur tube digestif. Les pattes, les ailes, même la tête et les organes sexuels étaient nettement déformés. Cependant dans l'ensemble, ces derniers résultats furent plus inégaux que ceux obtenus sur les adultes; toutefois, dans les deux cas, le facteur humidité fut prépondérant quant à la rapidité d'action du poison.

Granowsky (**1**) signale qu'en 1923, lors de la campagne contre les Sauterelles, en Russie, il observa que le métasternum d'un grand nombre de ces insectes était littéralement brûlé et désintégré, ce qui, d'après lui, devait être attribué à la causticité de l'arsenic employé.

En 1926, Sviridenko (**16**) affirma qu'il suffisait de placer à l'aide d'un pinceau un peu d'arsénite de soude sur le corps des Sauterelles pour les tuer en moins de 24 heures. L'analyse du contenu du tube digestif après la mort ne révéla aucune trace d'arsenic.

Zakharov (**20**) appliquant, à l'aide de petits soufflets ou de pinceaux, différents arsenicaux sur des adultes de *Locusta migratoria,* constata que l'action de ces sels était grandement accrue par l'humidité, en particulier, dans la pratique, par la rosée. L'arséniate de chaux et le Vert de Paris lui donnèrent des résultats moins nets que l'arsénite de soude et il conclut que, dans l'ensemble, des expériences complémentaires étaient nécessaires pour obtenir des précisions sur l'action de ces différents toxiques.

Parfent'ev (**12**) est d'accord avec Zakharov pour affirmer que l'arsénite de soude agit par contact et que son action est bien plus rapide

en solution qu'en poudrage. Il fait en outre remarquer qu'une solution d'arsénite de soude pulvérisée sur des Sauterelles ne s'étale pas, mais reste sous forme de gouttelettes à la surface des téguments à moins de la rendre mouillante à l'aide de savon. Des solutions concentrées amènent la mort des insectes sans que ceux-ci aient pu se déplacer aucunement. Avec des solutions normales, la mortalité est plus faible, surtout dans la pratique où les gouttelettes non étalées tombent en grande partie sur le sol.

Les expériences de King et Ruttledje (**6**) en 1932, apportèrent à ces recherches des éléments nouveaux. — Des adultes de *Locusta migratorioides* furent tout d'abord placés dans une cage à travers laquelle on projeta un nuage d'arsénite de soude finement pulvérisé, et transportés ensuite dans une cage propre : quelques-uns seulement moururent peu de temps après en présentant des symptômes de paralysie. Pensant que, dans ce cas, une partie de l'arsenic avait traversé le tégument, les auteurs cherchèrent à déterminer si cette pénétration pouvait se faire en n'importe quel endroit du corps. Pour cela ils appliquèrent, à l'aide d'un pinceau, des particules d'arsénite respectivement sur les antennes, le mesonotum, le mesosternum, les organes auditifs, les organes génitaux, la face inférieure des tarses. Aucun sujet ne mourut en l'espace de 48 heures, ce qui les amena à penser que l'arsenic ne pouvait traver la chitine et que la pénétration se faisait plutôt par inhalation de très fines particules de poison.

Ayant observé que le métabolisme respiratoire des Sauterelles était activé lorsqu'elles venaient de voler, King et Ruttledge attribuèrent à ce fait l'irrégularité de leurs premiers résultats et pensèrent que la mort devait survenir plus rapidement en faisant voler les insectes dans un nuage d'arsénite, l'inhalation des particules du poison étant alors accélérée. Les expériences confirmèrent cette thèse et les sujets qui volèrent, suspendus à un fil, pendant 20 secondes, dans un nuage d'arsénite, montrèrent invariablement des signes de malaise au bout d'une demi-heure et moururent, pour la plupart, moins de deux heures après. En prolongeant la durée du vol dans les mêmes conditions, les premiers symptômes apparurent quelques minutes après l'expérience, et toutes les Sauterelles étaient mortes deux heures plus tard.

Afin d'écarter la possibilité d'empoisonnement par ingestion au cours de ces expériences, les mêmes auteurs isolèrent la bouche des Sauterelles, à l'aide de petits masques en papier et coton. Les résultats furent identiques et, à la dissection, de fortes proportions d'arsenic furent trouvées dans les trachées. La pénétration devait donc bien se faire, non à travers le tégument, mais par les stigmates et les trachées.

En opérant dans les mêmes conditions avec le Vert de Paris, (acéto-arséniate de cuivre), et l'anhydride arsénieux, la mort survint seule-

ment de 24 à 48 heures après l'expérience. Avec le Tabac et le fluosilicate de sodium, les résultats furent négatifs.

Un point semblait donc acquis : c'est la pénétration dans les voies respiratoires des arsenicaux finement pulvérisés.

Au cours de la campagne antiacridienne de 1932 en Rhodésia, Jack (**4**) signala avoir observé la mort d'un grand nombre de *Nomadacris* par simple contact avec les herbes mouillées de solution d'arsénite de soude.

Enfin, les travaux de O'Kane et Glover (**11**) à la Station expérimentale agricole de New Hampshire, sur des Blattes (*Periplanata americana*) sont intéressants à relater : la partie postérieure des ailes de Blattes fut sectionnée de manière à dégager complètement le metanotum, et une petite cellule de cire contenant de l'arsénite de soude ou de l'anhydride arsénieux fut fixée sur ce dernier. Au bout de 10 jours une partie de l'arsenic avait traversé le tégument, mais aucun effet caustique ne fut remarqué au point d'application. A la dissection on observa la désintégration de la région thoracique qui avait pris une couleur rouge caractéristique. En aucun cas O'Kane et Glover ne remarquèrent de paralysie : les Blattes remuèrent d'abord normalement, puis se calmèrent, mais ne cessèrent jamais de manœuvrer leurs appendices.

Les recherches entreprises au Laboratoire Acridien de l'Imperial Institute of Entomology, par le Dr A.-G. Hamilton, donnèrent des résultats tout différents, niant la pénétration de l'arsenic au travers du tégument, ainsi que l'action par inhalation. Hamilton étudia tout d'abord la corrélation entre le diamètre d'ouverture des différents stigmates et la grosseur des particules d'arsénite employées. A ce propos, il remarque qu'il serait intéressant de connaître les stigmates qui servent à l'expiration et ceux qui servent à l'inspiration, ces derniers seuls, jouant un rôle dans la pénétration des particules dans les voies respiratoires. N'ayant jamais trouvé de poison dans les six dernières paires de stigmates, il suppose que ce sont eux qui servent à l'expiration. Malheureusement, d'une manière générale, les résultats sont tout-à-fait contradictoires à ce sujet, et des recherches complémentaires sont indispensables pour préciser le mécanisme de la respiration.

Pour étudier la pénétration de l'arsénite de soude dans les trachées, Hamilton utilisa un tunnel, enclos dans un thermostat, dans lequel il soufflait un nuage d'arsénite sur des Sauterelles en vol, suspendues à un fil. Il renouvela l'expérience en faisant varier la grosseur des particules projetées. En aucun cas, la proportion d'arsenic trouvée dans les trachées ne fut suffisante pour qu'on puisse lui imputer la mort de l'insecte. Par contre, une grande quantité de poison fut trouvée accumulée sous le bord postérieur du pronotum, entre ce dernier et le

mesonotum. Hamilton explique ainsi le phénomène : lorsque la Sauterelle vole, le mesonotum se trouve découvert, les poussières d'arsénite s'y déposent et s'y trouvent bloquées dès que l'insecte cesse de voler. C'est à ce fait qu'il impute la présence d'une forte quantité d'arsenic trouvée dans le thorax des Sauterelles par H.-H. King au cours de ses essais; encore faudrait-il que l'arsenic puisse pénétrer à travers le tégument. Or Hamilton affirme qu'aucune substance n'était susceptible de traverser une membrane chitineuse, si mince soit-elle : l'acide sul-

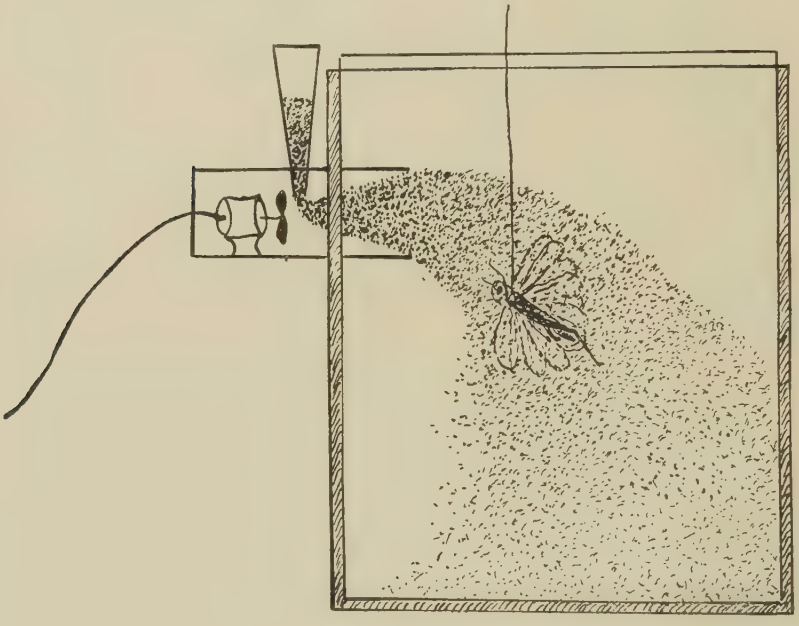


Figure 1.

furique, la soude caustique, les extraits de pyrèthre, le pétrole ayant donné des résultats identiques. Ne pouvant imputer, à la pénétration du poison à l'intérieur du corps par le tégument ou par les stigmates, la mort des Sauterelles poudrées de sels d'arsenic, et ayant observé, d'autre part, une profonde analogie entre les symptômes précédant la mort dans le cas de l'arsenic et dans celui de substances connues comme ayant une action spécifique sur le système nerveux (paralysie des pattes et des ailes), Hamilton en conclut que les arsenicaux employés en poudrage causent la mort par action sur les terminaisons nerveuses du tégument.

Nous avons repris l'étude de cette question à la base et nous avons commencé par comparer la rapidité d'action des différents sels d'arsenic, ainsi que de quelques autres produits : fluosilicates, employés en poudrages sur le Criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria* Forsk.).

Tout d'abord, afin de nous rapprocher le plus possible de la pratique (poudrages par avion) nous avons adopté la méthode de King et Ruttledge (8) reprise par Hamilton. Cette méthode consiste à poudrer, à l'aide d'une petite turbine électrique, des Sauterelles volant suspendues à un fil dans une enceinte fermée pendant un temps variable (10 secondes à une minute). Fig. 1.

Les sujets furent ensuite mis en observation dans un tube de verre fermé aux deux extrémités par une mousseline et jusqu'à leur mort. Les produits employés furent au préalable finement pulvérisés au mortier et tamisés.

Le Tableau I nous donne la moyenne des résultats obtenus en poudrant les insectes pendant 1 minute :

Arsénite de soude.....	mort au bout de:	24 heures
Arséniate de soude.....	—	72 —
Arséniate d'alumine	—	75 —
Acéto-arsénite de cuivre....	—	78 —
Arséniate diplombique	—	82 —
Arsénite de cuivre	—	96 —
Arséniate de magnésium...	—	120 —
Arséniate tricalcique	—	120 —

La rapidité d'action fut d'autant plus grande pour une même substance que celle-ci était plus finement pulvérisée.

Ceci ne tient pas, comme nous avons pu le constater par la suite, à la pénétration d'une plus ou moins grande quantité dans les trachées mais simplement au fait que plus une poudre est fine, mieux elle se répartit à la surface du corps de l'insecte et mieux elle y adhère.

Dans une seconde série d'expériences nous avons cherché à comparer l'action de contact proprement dite des arsenicaux et des fluosilicates. Pour cela un certain nombre de Criquets furent fixés dans des tubes de verre horizontaux, de 3 cm. de diamètre et de 10 cm. de longueur, ouverts aux deux bouts, et remplis en partie par ces sels finement pulvérisés. Une des extrémités des tubes était obturée par un tampon de coton pour permettre la libre circulation de l'air, l'autre l'était par un bouchon de liège percé d'un trou dans lequel le corselet des sujets était encastré à l'aide de paraffine, de telle sorte que la tête et la première paire de pattes passaient seules à l'extérieur des tubes

et se trouvaient ainsi complètement isolées du poison (fig. 2). Les insectes furent nourris chaque jour de graminées fraîches, de salade et de son.

Le Tableau II donne la moyenne des résultats obtenus en atmosphère sèche, à une température moyenne de 20°6.

Arsénite de soude	mort au bout de:	1 à 2 jours moy.	18 h.
Arséniate de soude	—	2 à 3 — —	66 h.
Acéto-arsénite de cuivre.....	—	2 à 4 — —	90 h.
Arséniate diplombique	—	2 à 5 — —	96 h.
Arséniate d'alumine	—	2 à 5 — —	98 h.
Arsénite de cuivre	—	4 à 5 — —	
Arséniate de fer	—	4 à 6 — —	
Arséniate de magnésium.....	—	5 à 6 — —	
Arséniate de calcium	—	5 à 6 — —	
Fluosilicate de sodium	—	6 à 7 — —	
Anhydride arsénieux (As^2O^3).	—	14 à 15 — —	
Arséniate de cobalt	—	17 à 18 — —	
Fluosilicate de baryum.....	—	19 à 20 — —	
Témoins.....	toujours vivants le 30e jour.		

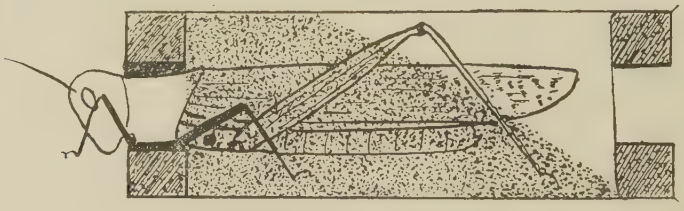


Figure 2.

Ce tableau, ainsi que le précédent, font nettement ressortir que les arsenicaux les plus actifs sont ceux qui sont également les plus toxiques par ingestion et sont par cela même les plus employés dans la lutte contre les insectes nuisibles, en particulier contre les Sauterelles.

L'arsénite de soude vient en tête, et de loin; malheureusement, en expériences aussi bien qu'en pratique, dans les poudrages par avion, il présente l'inconvénient d'être fortement hygroscopique et de s'agglomérer en blocs très difficiles à pulvériser.

Il semble d'autre part qu'il puisse exister une corrélation entre l'action externe de ces sels et leur solubilité. Le facteur humidité nous apparaissant comme primordial dans l'étude de cette action, nous avons refait les expériences en atmosphère humide : 60 degrés hygrométriques, toujours à la température de 30°C.

Tableau III

Arsénite de soude.....	mort au bout de:	12 heures
Arséniate de soude.....	—	36 —
Acéto-arsénite de cuivre...	—	36 —
Arséniate d'alumine	—	40 —
Arséniate diplombique	—	48 —

Ce tableau nous montre que la présence d'humidité accroît la vitesse d'action du poison dans un même rapport, qu'il s'agisse de sels solubles ou insolubles, ce qui peut paraître étrange.

Nous verrons à la fin de cette note comment nous expliquons ce phénomène. Quoiqu'il en soit, il nous faudra reprendre, de façon systématique l'étude de l'influence de l'humidité sur l'action de contact des arsenicaux; nous n'avons pu le faire ici, car cette étude exige un matériel vivant des plus nombreux.

Il importait ensuite d'étudier de plus près le mode d'action de l'arsenic, et le point capital était de préciser si les arsenicaux pénétraient par les voies respiratoires ou à travers le tégument.

I. — Pénétration des arsenicaux par les voies respiratoires.

D'une façon générale les insecticides peuvent pénétrer dans les trachées des insectes sous trois formes :

1° — à l'état de gaz ou de vapeur,
2° — à l'état de liquide (solution ou suspension),
3° — à l'état de solide (en poudre très fine).

1° — *Pénétration des arsenicaux à l'état de vapeur dans les trachées.* — Aux températures élevées, l'anhydride arsénieux (As^2O^3) se sublime facilement et est susceptible d'agir par ses vapeurs. Strawinski (**15**) signale que les chenilles de *Cheimatobia brumata* sont tuées en moins de 16 heures par des nuages de fumée arsenicale obtenus en faisant brûler des torches contenant de l'anhydride arsénieux. Les Pucerons et les Aphides périssent beaucoup plus rapidement. Plus récemment Marchalewski (**9**) montra par des expériences de laboratoire l'efficacité de ces torches contre les larves de *Pyrausta nubilalis*. Des expériences en pleins champs confirmèrent ces résultats.

Par contre, aux températures normales, l'anhydride arsénieux n'émet pas de vapeur. Quant aux arséniates et arsénites, ils ne sont aucunement sublimables. Comme ils sont néanmoins, pour la plupart, beaucoup plus actifs par contact que As^2O^3, on ne saurait admettre que les arsenicaux employés en poudrages agissent par leurs vapeurs sur l'appareil respiratoire des insectes.

2° — *Pénétration des arsenicaux à l'état liquide dans les trachées.* — Nous avons tout d'abord étudié la pénétration de solutions arsenicales dans les trachées du Criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria*) en colorant des solutions plus ou moins diluées d'arsénite et d'arséniate de soude à l'aide de Soudan III et de bleu de méthylène. Les insectes étaient plongés jusqu'au prothorax dans la solution, pendant un temps variant de 15 minutes à 1 heure, puis disséqués à sec sous le binoculaire. En aucun cas, les trachées n'apparurent colorées au-delà des lèvres des stigmates, alors qu'elles étaient colorées sur une certaine longueur en employant de l'acétone coloré. Plus généralement nous avons observé qu'aucune solution aqueuse n'est capable de pénétrer dans les voies respiratoires des insectes. Par contre, lors de poudrages, il est possible que des particules assez fines de poison s'introduisent dans les trachées comme nous allons le voir.

3° — *Pénétration des arsenicaux à l'état solide dans les trachées.* — Au repos, les insectes réagissent habituellement aux poudrages en fermant leurs stigmates. Par contre, ceux-ci restent ouverts pendant le vol, et il y a ainsi plus de chances pour que le poison pénètre dans les trachées. C'est pourquoi nous avons repris la méthode de poudrage pendant le vol en colorant cette fois les arsenicaux à l'aide de Soudan III, de rouge neutre et de bleu de méthylène (par pulvérisation et mélange intime au mortier). Seuls le Vert de Paris (acéto-arsénite de cuivre), le Vert de Scheele (arsénite de cuivre) et l'arséniate de cobalt ne nécessitèrent pas l'adjonction d'un colorant, en raison de leur coloration propre. Les sujets furent disséqués immédiatement après le poudrage sous le binoculaire.

Des particules de poison furent bien observées dans les trachées, mais seulement dans les gros troncs et au voisinage des stigmates, jamais dans les ramifications, quelle que soit la finesse de la poudre employée (les particules étaient toujours de diamètre inférieur à celui des stigmates thoraciques). D'autre part, ces particules étaient toujours en très petite quantité et nulle altération des parois trachéennes ne fut jamais remarquée, pas plus que des tissus avoisinants.

Par ailleurs, il est possible qu'une partie, très faible en vérité, des particules introduites dans les trachées soit solubilisée par la vapeur d'eau qui se trouve toujours, en certaine quantité, dans celles-ci. Cette solution serait susceptible de traverser par osmose les parois trachéennes, mais alors elle aurait pu, auparavant, traverser le tégument au niveau des membranes articulaires où la couche de la chitine est aussi mince et aussi molle que dans l'assise interne des parois trachéennes, du moins chez les Orthoptères. Et dans ce cas, la pénétration à travers le tégument amènerait la mort de l'insecte beaucoup plus

Fig. 1.

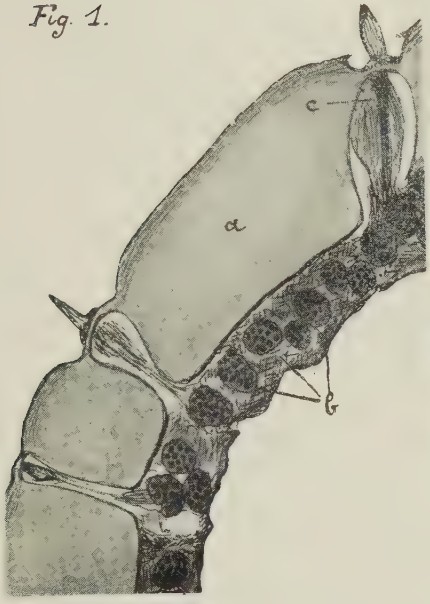
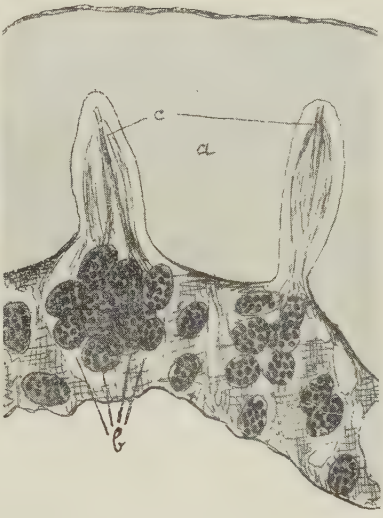


Fig 2.



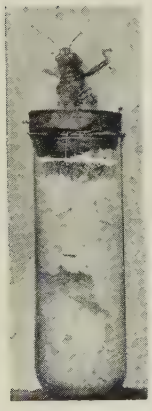


Fig 5.

Fig 3

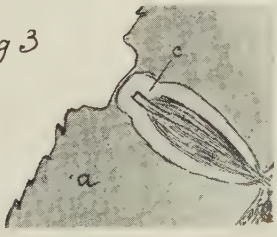


Fig 4.

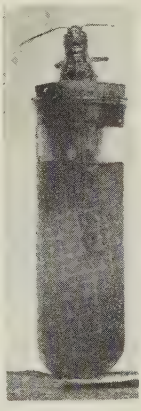


Fig 6.

P. Lepesme. — Action externe des arsenicaux sur le Criquet pèlerin.

Fig. 1.

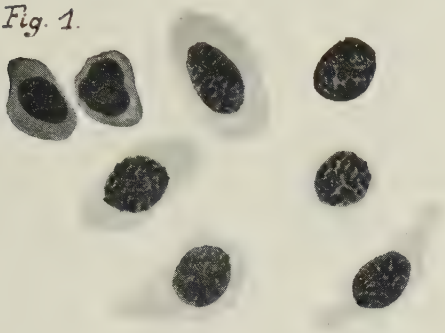


Fig. 2.

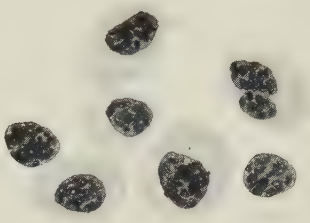


Fig. 3

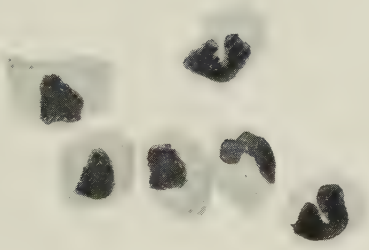


Fig. 4.

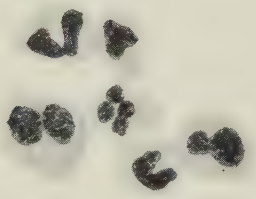


Fig. 5

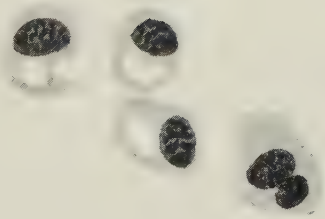


Fig. 6

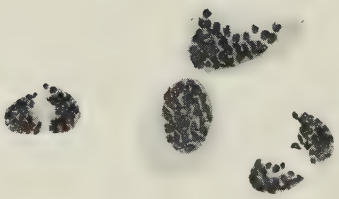


Fig. 7.

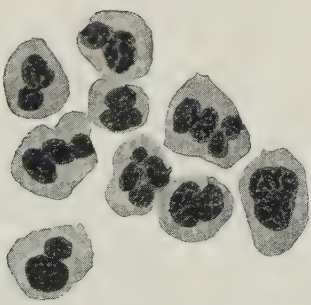
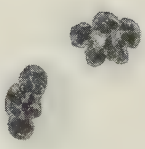


Fig. 8



P. LEPESME. — Action externe des arsenicaux sur le Criquet pèlerin.

rapidement qu'en passant par les stigmates et la trachée. C'est pourquoi nous avons été amenés à penser, comme HAMILTON, que l'action de contact des arsenicaux ne s'exerce pas par l'intermédiaire des voies respiratoires. Un fait confirme cette opinion : si l'on poudre simple-

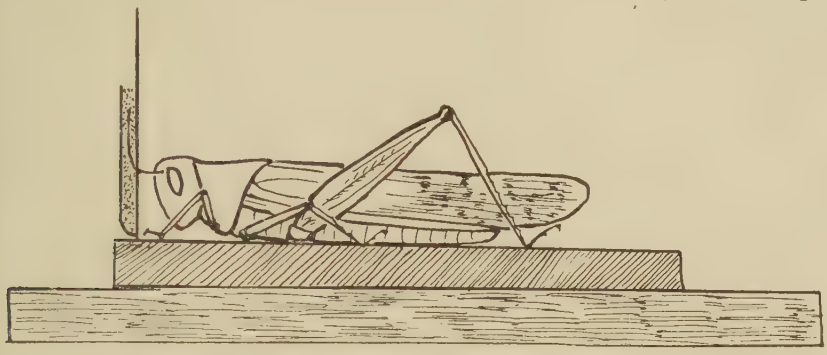


Figure 3.

ment les antennes d'un certain nombre de Criquets, avec de l'arsénite de soude finement pulvérisé, en ayant soin d'isoler ces antennes du reste du corps à l'aide d'une pellicule de gélatine (fig 3) (afin d'écarter les possibilités d'ingestion du poison), la mort survient invariablement au bout de 4 à 6 jours, ce qui laisse supposer une action sur les terminaisons nerveuses.

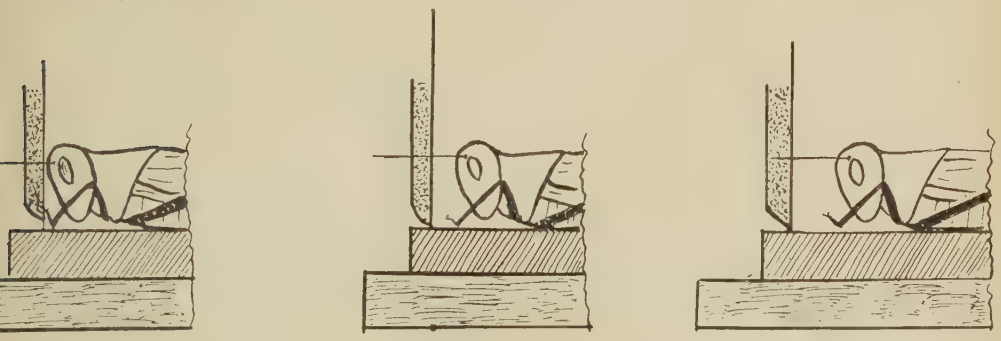


Figure 4.

II. — ACTION DES ARSENICAUX SUR LES TERMINAISONS NERVEUSES.

Nous avons tout d'abord cherché à nous rendre compte si cette action variait suivant la partie de l'antenne qui se trouvait en contact avec le poison, en employant le dispositif figuré ci-dessous (fig. 4).

Nos résultats furent identiques dans tous les cas, que le poison agisse sur les premiers segments, les médians ou les derniers. Par ailleurs un certain nombre de coupes histologiques d'antennes saines et poudrées furent exécutées, par fixation dans le liquide de Bouin, inclusion à la celloïdine, paraffine et coloration par la méthode de del Rio Ortega (planche XI, fig. 1, 2 et 3).

Aucune lésion des cellules nerveuses sensorielles ne fut remarquée, mais la technique de ces recherches est très délicate et il faut faire des réserves sur les conclusions que l'on peut en tirer. Nous espérons que des travaux ultérieurs nous fixeront sur ce point.

Quoi qu'il en soit, et malgré les phénomènes de paralysie qu'on peut observer à la suite d'intoxication par action externe de l'arsenic, il ne semble pas que celui-ci soit un poison spécifique des tissus nerveux, comme les pyréthrines par exemple.

Hartzell et Wilcoxon (**2**) eux non plus, n'ont jamais observé de lésions des cellules nerveuses de larves de *Tenebrio molitor* après application d'arséniate de plomb, alors que les lésions étaient très nettes avec des extraits de pyrèthre.

D'autre part Rohler (**14**) et Mc Indoo (**7**) qui ont étudié de très près les organes sensoriels des insectes sont d'accord pour affirmer que ces organes sont toujours recouverts d'une couche de chitine. Seuls les pores olfactifs, d'après Mc Indoo, possèderaient des fibres nerveuses dont l'extrémité serait en contact avec l'air. Malheureusement l'imprécision de nos connaissances actuelles sur ces terminaisons nerveuses ne nous permet pas de fixer ce point. De toute façon, il semble très improbable que l'action externe de l'arsenic s'exerce par cette voie, et nos observations nous ont conduits à admettre la pénétration directe dans la cavité générale amenant l'intoxication des éléments du sang et des autres tissus.

III. — Pénétration des arsenicaux a travers le tégument.

On sait que le corps des insectes est revêtu d'une couche ininterrompue de chitine, accompagnée très probablement d'autres composés de nature inconnue. La chitine est insoluble dans l'eau, dans l'alcool, dans l'éther, dans les acides dilués ou concentrés. Elle n'est dissoute, avec ou sans décomposition, que par les acides minéraux concentrés : acide chlorhydrique, acide sulfurique ou par les alcalis concentrés à l'ébullition. Morozov (**10**) qui a étudié la perméabilité de la chitine vis-à-vis de certains corps, a trouvé que les acides et les alcalis faiblement dissociés (acide acétique, ammoniaque) traversaient plus rapidement une membrane chitineuse que ceux fortement dissociés (acide chlorhydrique, soude caustique). D'après lui, la perméabilité de la cuticule des insectes,

qui varie dans d'assez grandes limites suivant les parties du corps, dépend moins de l'épaisseur totale de la couche de chitine que des propriétés de l'assise épicuticulaire. Mais il s'agit là d'acides ou de bases, corps agissant par leur causticité. Que se passe-t-il avec des solutions ou émulsions aqueuses de pH voisin de 7 comme c'est le cas pour la plupart des insecticides? Hartzell et Wilcoxon (**2**) ont mis en évidence la pénétration d'extraits de pyrèthre colorés à l'aide de Soudan III ou de graphite colloïdal dans l'hypoderme et les cellules trichogènes de la larve de *Tenebrio molitor*. En ce qui concerne les arsenicaux, la plupart des auteurs sont d'accord pour admettre que ces sels ne sauraient traverser le tégument des insectes. Nous ne sommes pas de cet avis. O'Kane (**11**) a observé la pénétration d'arsénite de soude et d'anhydride arsénieux à travers la cuticule du métanotum de *Periplaneta americana*, dans des conditions d'expériences rigoureuses : sans avoir pu noter d'effet caustique au point d'application, il retrouva, au bout de 10 jours, l'arsenic dans tous les organes de l'insecte, très peu dans le système nerveux central et dans la tête, beaucoup plus dans les tubes de Malpighi, le corps gras ou le mesenteron, et surtout dans le proctodeum et le stomodeum. Nos expériences, en accord avec celles d'O'Kane, ont montré nettement la pénétration de l'arsenic dans la cavité générale du corps des Sauterelles. En colorant l'arsénite de soude avec du rouge neutre ou du Soudan III, le tissu conjonctif sous-cutané prit, chaque fois, une teinte rouge caractéristique.

Il était alors naturel de rechercher si on ne pouvait pas immédiatement mettre en évidence la présence de l'arsenic dans le sang des insectes, puisque le liquide baigne entièrement la cavité générale. Un grand nombre de frottis de sang de Sauterelles normales et empoisonnées par contact, par ingestion ou par injection intraabdominale de solutions d'arsénite de soude, furent examinés. La technique employée fut la suivante : prélèvement du sang à l'aide d'un tube capillaire dans une patte ou directement dans l'abdomen, de 15 minutes à 8 jours après le début de l'intoxication suivant le cas, pour les sujets empoisonnés — étalement sur une lame et séchage par ventilation — fixation dans l'alcool éthylique ou méthylique absolu, pendant 5 à 10 minutes — coloration à l'hemalun-éosine, glychemalun-éosine, Giemsa ou May-Grünwald-Giemsa — enfin observation directement à l'immersion dans l'huile de cèdre.

S'il est très difficile, par suite du manque d'unité qui subsiste dans la classification des cellules du sang des insectes, de définir nettement une action spécifique de l'arsenic sur ces éléments, l'aspect du sang des Sauterelles empoisonnées par contact n'en fut pas moins caractéristique pour confirmer la pénétration directe du poison dans la cavité générale : tout d'abord, processus de dégénérescence (vacuolisation in-

tense du cytoplasme, disparition du contour des cellules, désintégration des amas de chromatine) suivi de processus de régénération (division du noyau, apparition de jeunes noyaux très petits dépourvus de cytoplasme) (Planche XII, fig. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8). Tous ces caractères sont aussi nets lorsque le poison agit par action externe ou par injection intraabdominale, et par ailleurs, beaucoup plus saillants que lorsqu'il agit par ingestion, ce qui se comprend aisément par le fait que dans ce dernier cas l'arsenic passe préalablement par le tube digestif dont on peut observer la désintégration de l'épithélium. Cette question nous apparaissant d'intérêt primordial, et ayant donné lieu à peu de travaux jusqu'alors, sauf ceux, tout récents, de Pilat (**13**), nous nous efforcerons d'y apporter par la suite une active contribution.

Quoi qu'il en soit, il nous paraît difficile de nier la pénétration des arsenicaux à travers le tégument des insectes. Cette pénétration s'effectue d'ailleurs beaucoup plus rapidement dans les régions où la cuticule est plus mince et plus molle. Si la présence d'une petite quantité d'arséniate de soude en poudre, confinée dans une cellule de cire fixée sur le metanotum de *Schistocerca* n'amène pas la mort en l'espace d'un mois (en atmosphère sèche du moins, car la mort survient du 10e au 11e jour en atmosphère humide), la présence de la même quantité d'arséniate, dans les mêmes conditions, sur l'abdomen, provoque une intoxication bien plus rapide (3 à 5 jours) surtout si la cellule est fixée à cheval sur la membrane intersegmentaire séparant deux sternites.

Comment s'effectue cette pénétration ?

Hartzell et Wilcoxon (**2**) estiment que les extraits de pyrèthre pénètrent à travers la cuticule par les trichopores des membranes intersegmentaires : il seraient ensuite solubilisés par les fluides internes de l'insecte et parviendraient ainsi aux ganglions nerveux où se manifeste leur effet toxique. Nous ferons remarquer que les extraits de pyrèthre, bien que différents des arsenicaux par leur processus d'intoxication, présentent des analogies avec ces sels quant au mode de pénétration : ils sont en effet insolubles comme le sont les sels d'arsenic (sauf les alcalins) et ne se solubilisent pas à la température normale.

Tischler (**17**) qui a étudié la pénétration du Derris à travers le tégument des insectes, pense que la poudre de Derris est solubilisée par l'eau des sécrétions hypodermiques; il y aurait ensuite un échange osmotique entre la solution concentrée obtenue et le produit de sécrétion des glandes hypodermiques jusqu'à équilibre osmotique.

C'est peut-être par un processus analogue que les arsenicaux poudrés à la surface du tégument arrivent à pénétrer dans le corps des insectes. Mais alors comment peuvent agir les arsenicaux insolubles

tels que le Vert de Paris ou l'arséniate de plomb ? On peut supposer qu'ils sont solubilisés en partie par les sécrétions hypodermiques, mais il est plus probable qu'ils s'hydrolysent en présence de ces sécrétions ou de l'eau atmosphérique en libérant une petite quantité d'arsenic soluble qui peut alors traverser facilement le tégument par osmose, aidé en cela par sa grande causticité. Ce qui justifie cette hypothèse c'est que les arsenicaux insolubles employés par ingestion n'agissent qu'autant qu'ils sont instables et facilement hydrolysables dans les liquides digestifs des insectes, en donnant de l'arsenic soluble. Quant au mode d'action physiologique il est facile de le prévoir. L'arsenic est, d'une façon générale, un poison des cellules, entraînant une intoxication totale. Par ingestion, il y a tout d'abord désintégration des tissus du tube digestif, puis empoisonnement du sang et des autres tissus. Par contact, on observe dès le début la dégénérescence des éléments du sang, mais par la suite, tous les tissus sont attaqués, peut-être même les tissus nerveux, bien que nous n'ayons pas pu nous en assurer.

On voit qu'un grand nombre de points restent à préciser dans cette étude de l'action de contact des arsenicaux. Cependant nous pensons avoir bien mis en évidence que l'arsenic est capable de traverser le tégument des insectes et, d'autre part, il est probable qu'il le fait sous forme d'arsenic soluble libéré par hydrolyse de ses sels.

Il est certain que les arsenicaux sont d'autant plus actifs par contact qu'ils peuvent produire une plus grande quantité d'arsenic soluble. Malheureusement, ils sont alors susceptibles de provoquer nombre d'accidents, et leur nocivité, même vis-à-vis des végétaux, condamne leur emploi.

Au point de vue pratique il conviendrait de reprendre l'étude des facteurs ambiants (température, humidité, etc...) sur la toxicité de contact des arsenicaux les plus intéressants : arsénite de soude, arséniate de soude, Vert de Paris, arséniates de plomb et d'alumine, afin de préciser les conditions optima d'emploi dans la lutte contre les ennemis des végétaux et plus spécialement en vue des poudrages par avions contre les Acridiens.

Paris, 22 décembre 1936.

Bibliographie

1. Granowsky. — The Control of Grasshoppers by airplane dusting. *Journ. of Econ. Ent.* V, pp. 791-795, oct. 1926.

2. Hartzell and Wilcoxon. — Experiments of the mode of action of Pyrethrum and its effects on insect tissues. *V^e Congrès intern. Ent.* Paris, 1932.
3. Henneguy (L.-F.). — Les Insectes — Morphologie, reproduction, embryogénie. 1 vol. 804 p., 1904.
4. Jack. — The Locust Campaign. *Rhod. Agric. Journ.* XXX, n° 3, mars, 1933.
5. King (H.-H.). — Proceedings thirds international Locust Conference. Londres, 1934, pp. 97-100.
6. King et Ruttledge. — On experiments in the use of poison dusts against adult *Locusta migratorioides* in the Sudan. *Bull. Ent. Res.* XXIII, mars 1932.
7. Mc Indoo (N.-E.). — The olfactory sense of Orthoptera. *J. Comp. Neurol.* 31, pp. 405-427.
8. Mally (C.-W.). — Arsenite of soda as a Locust poison. *Journ. of Depart. of Agric.* Pretoria, mars 1925.
9. Marchlewski. — On the use of chemicals in the fight against *Pyrausta nubilalis.* — *Intern. Corn borer invest. Sci. rep.* III, 1930.
10. Morozov. — The penetration of contact insecticides — Methods of investigation and general properties of the cuticule with regard to its permeability. — *Plant prot.* Leningrad, 1935, VI, pp. 38-58.
11. O'Kane et Glover. — Penetration of arsenic into Insects — Studies of contact insecticides. — *Techn. Bull. N. H. Agric. Exp. Sta.*, n° 63, July 1935 (N. H. = New Hampshire).
12. Parfent'ev (I.-A.). — Report of the experimental work of the avio-chemical expedition in 1926. — *Defense des Plantes*, n° 2, V, pp. 161-168. Leningrad, juillet 1928.
13. Pilat. — The effects of intestinal poisoning on the blood of Locusts (*Locusta migratoria*). — *Bull. Ent. Res.* 26, 3, p. 283, 1935.
14. Rohler (E.). — Beiträge zur Kenntniss der Sinnesorgane der Insekten. — *Zool. Jahrb. Anat.*, 22, pp. 225-288.
15. Strawinski. — Arsenical fumigating candles as a means of controlling insect pests. — *Choroby i Szkodinki.* Röslin, 1926.
16. Sviridenko. — On the work of the North Caucasian Aviation expedition for Locust control. — *Izv. Scvero. Kavkez. Kraev. Sta.* Zashel. Rast., n° 1, pp. 81-99.
17. Tischler (N.). — Studies on how Derris kills Insects. — *Journ of Econ. Ent.* 28, Fév. 1935.

18. Uvarov (B.-P.).— Locusts and Grasshoppers. A handbook for their study and control. 1 vol. 352 p., 1928.

19. Uvarov (B.-P.). — Insect nutrition and metabolism. A summary of the litterature. — *Trans. Ent. Soc.*, Londres, déc. 1928.

20. Zakharov. — The question of the action of arsenical preparations in contact with *Locusta migratoria*. — *Bull. N. Caucas. Pl. Prot. Sta.* N° 3, pp. 197-203, Rostov/Don, 1927.

Légende explicative des Planches.

PLANCHE XI

Fig. 1, 2, 3 : Coupe transversale du tégument de l'antenne de *Schistocerca gregaria* Forsk.
a) Couche de chitine.
b) Cellules nerveuses sensorielles.
c) Filament nerveux.

Fig. 4, 5, 6 : Dispositif employé pour étudier l'action externe des arsenicaux sur les Sauterelles.

PLANCHE XII

Fig. 1. — Eléments du sang normal de *Schistocerca gregaria* Forsk.
Fig. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. — Eléments du sang de *Schistocerca gregaria* Forsk. empoisonnés par contact avec des arsenicaux.
Fig. 2, 3, 4 et 5. — Vacuolisation du cytoplasme et division nucléaire.
Fig. 6. — Dégénérescence du noyau.
Fig. 7. — Fragmentation du noyau.

Achevé d'imprimer le 27 février 1937.

Le Secrétaire général,
gérant du Bulletin,
J. FELDMANN.